

SIEMENS

SINUMERIK

SINUMERIK 840D sl / 828D ОСНОВЫ

Руководство по программированию

Действительно для

Система управления
SINUMERIK 840D sl / 840DE sl / 828D

Версия ПО для ЧПУ 4.8 SP3

08/2018

6FC5398-1BP40-6PA2

Предисловие	
Основные указания по безопасности	1
Геометрические основы	2
Основы программирования ЧПУ	3
Создание программы ЧПУ	4
Смена инструмента	5
Коррекции инструмента	6
Движение шпинделя	7
Регулирование подачи	8
Геометрические установки	9
Команды перемещения	10
Коррекции радиуса инструмента	11
Параметры движения по траектории	12
Трансформации координат (фреймы)	13
Вывод вспомогательных функций	14
Дополнительные команды	15
Прочая информация	16
Таблицы	17
Приложение	A

Правовая справочная информация

Система предупреждений

Данная инструкция содержит указания, которые Вы должны соблюдать для Вашей личной безопасности и для предотвращения материального ущерба. Указания по Вашей личной безопасности выделены предупреждающим треугольником, общие указания по предотвращению материального ущерба не имеют этого треугольника. В зависимости от степени опасности, предупреждающие указания представляются в убывающей последовательности следующим образом:



ОПАСНО

означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности **приводит** к смерти или получению тяжелых телесных повреждений.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности **может** привести к смерти или получению тяжелых телесных повреждений.



ОСТОРОЖНО

означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности может привести к получению незначительных телесных повреждений.

ВНИМАНИЕ

означает, что непринятие соответствующих мер предосторожности может привести к материальному ущербу.

При возникновении нескольких степеней опасности всегда используется предупреждающее указание, относящееся к наивысшей степени. Если в предупреждении с предупреждающим треугольником речь идет о предупреждении ущерба, причиняемому людям, то в этом же предупреждении дополнительно могут иметься указания о предупреждении материального ущерба.

Квалифицированный персонал

Работать с изделием или системой, описываемой в данной документации, должен только **квалифицированный персонал**, допущенный для выполнения поставленных задач и соблюдающий соответствующие указания документации, в частности, указания и предупреждения по технике безопасности. Квалифицированный персонал в силу своих знаний и опыта в состоянии распознать риски при обращении с данными изделиями или системами и избежать возникающих угроз.

Использование изделий Siemens по назначению

Соблюдайте следующее:



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Изделия Siemens разрешается использовать только для целей, указанных в каталоге и в соответствующей технической документации. Если предполагается использовать изделия и компоненты других производителей, то обязательным является получение рекомендации и/или разрешения на это от фирмы Siemens. Исходными условиями для безупречной и надежной работы изделий являются надлежащая транспортировка, хранение, размещение, монтаж, оснащение, ввод в эксплуатацию, обслуживание и поддержание в исправном состоянии. Необходимо соблюдать допустимые условия окружающей среды. Обязательно учитывайте указания в соответствующей документации.

Товарные знаки

Все наименования, обозначенные символом защищенных авторских прав ©, являются зарегистрированными товарными знаками компании Siemens AG. Другие наименования в данной документации могут быть товарные знаки, использование которых третьими лицами для их целей могут нарушать права владельцев.

Исключение ответственности

Мы проверили содержимое документации на соответствие с описанным аппаратным и программным обеспечением. Тем не менее, отклонения не могут быть исключены, в связи с чем мы не гарантируем полное соответствие. Данные в этой документации регулярно проверяются и соответствующие корректуры вносятся в последующие издания.

Предисловие

Документация по SINUMERIK®

Документация по SINUMERIK подразделяется на следующие категории:

- Общая документация/каталоги
- Документация пользователя
- Документация изготовителя / сервисная документация

Дополнительная информация

По следующему адресу (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/view/108464614>) находится информация по темам:

- Заказ документации/Обзор документации
- Дополнительные ссылки для загрузки документации
- Использование документации в режиме онлайн (поиск и ознакомление со справочной информацией)

По вопросам технической документации (например, пожелания, исправления) просьба отправить электронное сообщение по следующему адресу (<mailto:docu.motioncontrol@siemens.com>).

MySupport/Документация

По следующему адресу (<https://support.industry.siemens.com/My/ww/en/documentation>) можно найти информацию о самостоятельном составлении документации на основе контента Siemens и ее адаптации к собственной документации по оборудованию.

Обучение

По следующему адресу (<http://www.siemens.com/sitrain>) можно найти информацию по SITRAIN - системе обучения от Siemens по продуктам, системам и решениям по управлению приводом и техники автоматизации.

FAQ

Часто задаваемые вопросы можно найти на страницах Service&Support в поддержке продукта (<https://support.industry.siemens.com/cs/de/en/ps/faq>).

SINUMERIK

Информацию по SINUMERIK можно найти по следующему адресу (<http://www.siemens.com/sinumerik>).

Целевая группа

Настоящая документация предназначена для:

- программистов
- проектировщиков

Преимущества

Руководство по программированию помогает целевой группе в разработке, написании, тестировании и устранении ошибок программ и программных интерфейсов.

Стандартный объем

В настоящем руководстве по программированию описана функциональность стандартного объема. Дополнения и изменения, осуществляемые изготовителем оборудования, документируются изготовителем оборудования.

В СЧПУ могут работать и другие функции, не нашедшие своего отображения в данной документации. Однако претензии по этим функциям не принимаются ни при поставке, ни в случае технического обслуживания.

Кроме этого, данная документация по причине наглядности не содержит всей подробной информации по всем типам продукта и не может предусмотреть каждый мыслимый случай установки, эксплуатации и обслуживания.

Техническая поддержка

Телефоны в конкретных странах для технических консультаций можно найти в Интернете по следующему адресу (<https://support.industry.siemens.com/sc/ww/en/sc/2090>) в разделе «Kontakt».

Информация по структуре и содержанию

Руководство по программированию "Основы" / "Расширенное программирование"

Описания по программированию ЧПУ состоят из двух руководств:

1. Основы

Руководство по программированию "Основы" предназначено для профессиональных операторов станков и предполагает наличие соответствующих знаний в областях сверлильной, фрезерной и токарной обработок. На простых примерах программирования объясняются и известные по DIN 66025 команды и операторы.

2. Расширенное программирование

Руководство по программированию "Расширенное программирование" предназначено для технологов со знанием всех возможностей программирования. СЧПУ SINUMERIK позволяет осуществлять с помощью специального языка программирования программирование комплексной программы обработки детали (к примеру, поверхности свободной формы, координация каналов,...) и облегчает трудоемкое программирование для технологов.

Доступность описанных языковых элементов ЧПУ

Все описанные в настоящем руководстве языковые элементы ЧПУ доступны для SINUMERIK 840D sl. Доступность касательно SINUMERIK 828D см. таблицу "Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D (Страница 468)".

Оглавление

	Предисловие.....	3
1	Основные указания по безопасности.....	13
1.1	Общие указания по безопасности.....	13
1.2	Гарантийные обязательства и ответственность за прикладные примеры.....	14
1.3	Промышленная безопасность.....	15
2	Геометрические основы.....	17
2.1	Позиции детали.....	17
2.1.1	Системы координат детали.....	17
2.1.2	Декартовы координаты.....	17
2.1.3	Полярные координаты.....	20
2.1.4	Абсолютный размер.....	21
2.1.5	Составной размер.....	23
2.2	Рабочие плоскости.....	25
2.3	Нулевые точки и исходные точки.....	26
2.4	Системы координат.....	28
2.4.1	Система координат станка (MCS).....	28
2.4.2	Базовая кинематическая система (BKS).....	30
2.4.3	Базовая система нулевой точки (BNS).....	32
2.4.4	Настраиваемая система нулевой точки (ENS).....	33
2.4.5	Система координат детали (WCS).....	34
2.4.6	Как связаны различные системы координат?	35
3	Основы программирования ЧПУ.....	37
3.1	Наименование программы ЧПУ.....	38
3.2	Структура и содержание программы ЧПУ.....	40
3.2.1	Кадры и компоненты кадров.....	40
3.2.2	Правила для кадра.....	42
3.2.3	Присвоения значений.....	44
3.2.4	Комментарии.....	44
3.2.5	Пропуск кадров.....	45
4	Создание программы ЧПУ.....	47
4.1	Базовый принцип.....	47
4.2	Доступные символы.....	49
4.3	"Шапка" программы.....	51
4.4	Примеры программы.....	53
4.4.1	Пример 1: Первые шаги программирования.....	53
4.4.2	Пример 2: Программа ЧПУ для токарной обработки.....	54
4.4.3	Пример 3: Программа ЧПУ для фрезерной обработки.....	55

5	Смена инструмента.....	59
5.1	Смена инструмента без управления инструментом.....	60
5.1.1	Смена инструмента с командой T.....	60
5.1.2	Смена инструмента с M6.....	61
5.2	Смена инструмента с управлением инструментом (опция).....	63
5.2.1	Смена инструмента с помощью команды T при активном управлении инструментом (опция).....	63
5.2.2	Смена инструмента с помощью M6 при активном управлении инструментом (опция).....	65
5.3	Поведение при неправильном программировании T.....	68
6	Коррекции инструмента.....	69
6.1	Общая информация по коррекциям инструмента.....	69
6.2	Коррекция длин инструмента.....	70
6.3	Коррекция радиуса инструмента.....	71
6.4	Память коррекций инструмента.....	72
6.5	Типы инструментов.....	74
6.5.1	Общая информация по типам инструментов.....	74
6.5.2	Фрезерный инструмент.....	74
6.5.3	Сверло	76
6.5.4	Шлифовальный инструмент	77
6.5.5	Токарный инструмент	78
6.5.6	Специальный инструмент.....	79
6.5.7	Правило связи.....	80
6.6	Вызов коррекции инструмента (D).....	81
6.7	Изменение данных коррекции инструмента.....	84
6.8	Программируемое смещение коррекции инструмента (TOFFL, TOFF, TOFFR).....	85
7	Движение шпинделя.....	91
7.1	Число оборотов шпинделя (S), направление вращения шпинделя (M3, M4, M5).....	91
7.2	Скорость резания инструмента (SVC).....	95
7.3	Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC)....	101
7.4	Включение / выключение постоянной окружной скорости круга (GWPSON, GWPSOF).....	107
7.5	Программируемое ограничение числа оборотов шпинделя (G25, G26).....	108
8	Регулирование подачи.....	109
8.1	Подача (G93, G94, G95, F, FGROU, FL, FGREF).....	109
8.2	Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC)....	118
8.3	Режим ориентации шпинделя (SPCON, SPCOF).....	122
8.4	Позиционирование шпинделей (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS).....	123
8.5	Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF).....	129

8.6	Программируемая процентовка подачи (OVR, OVRRAP, OVRA).....	133
8.7	Программируемая коррекция ускорения (ACC) (опция).....	134
8.8	Подача с наложением маховичка (FD, FDA).....	136
8.9	Оптимизация подачи для изогнутых участков траектории (CFTCP, CFC, CFIN).....	140
8.10	Несколько значений подачи в одном кадре (F, ST, SR, FMA, STA, SRA).....	143
8.11	Покадровая подача (FB).....	146
8.12	Подача на зуб (G95 FZ).....	147
9	Геометрические установки.....	153
9.1	Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153).....	153
9.2	Выбор рабочей плоскости (G17/G18/G19).....	156
9.3	Указание размеров.....	159
9.3.1	Указание абсолютного размера (G90, AC).....	159
9.3.2	Указание составного размера (G91, IC).....	161
9.3.3	Указание абсолютного и составного размера при токарной обработке и фрезеровании (G90/G91).....	165
9.3.4	Указание абсолютного размера для круговых осей (DC, ACP, ACN).....	166
9.3.5	Дюймовая/метрическая система единиц (G70/G71, G700/G710).....	168
9.3.6	Специфическое для канала программирование диаметра/радиуса (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF).....	172
9.3.7	Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOF, DIAMCYCOF, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC)....	174
9.4	Положение детали при токарной обработке.....	179
10	Команды перемещения.....	181
10.1	Общая информация по командам перемещения.....	181
10.2	Команды движения с декартовыми координатами (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...).....	183
10.3	Команды движения с полярными координатами.....	185
10.3.1	Исходная точка полярных координат (G110, G111, G112).....	185
10.3.2	Команды движения с полярными координатами (G0, G1, G2, G3, AP, RP).....	186
10.4	Движения ускоренного хода.....	191
10.4.1	Активация ускоренного хода (G0).....	191
10.4.2	Включение/выключение линейной интерполяции для движений ускоренным ходом (RTLION, RTLIOF).....	192
10.4.3	Коррекция коэффициента допуска для движений ускоренным ходом (STOLF).....	194
10.5	Линейная интерполяция (G1).....	196
10.6	Круговая интерполяция.....	199
10.6.1	Обзор.....	199
10.6.2	Круговая интерполяция с центром и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...).....	200
10.6.3	Круговая интерполяция с радиусом и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., CR).....	202
10.6.4	Круговая интерполяция с апертурным углом и конечной точкой / центром (G2/G3, X... Y... Z... / I... J... K..., AR).....	204
10.6.5	Круговая интерполяция с полярными координатами (G2/G3, AP, RP).....	206

10.6.6	Круговая интерполяция с промежуточной и конечной точкой (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...)	208
10.6.7	Круговая интерполяция с тангенциальным переходом (CT, X... Y... Z...)	210
10.7	Винтовая интерполяция (G2/G3, TURN)	215
10.8	Эвольвентная интерполяция (INVCW, INVCCW)	218
10.9	Линии контура	223
10.9.1	Программирование линии контура	223
10.9.2	Линии контура: Прямая	224
10.9.3	Линии контура: Две прямые	225
10.9.4	Линии контура: Три прямые	228
10.9.5	Линии контура: Программирование конечной точки с углом	232
10.10	Резьбонарезание	233
10.10.1	Резьбонарезание с постоянным шагом (G33, SF)	233
10.10.2	Резьбонарезание с увеличивающимся или уменьшающимся шагом (G34, G35)	239
10.10.3	Запрограммированный входной и выходной участок при G33, G34, G35 (DITS, DITE)	241
10.10.4	Быстрый обратный ход при резьбонарезании (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN)	243
10.10.5	Сферическая резьба (G335, G336)	247
10.11	Нарезание внутренней резьбы	254
10.11.1	Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона	254
10.11.1.1	Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона и движение отвода (G331, G332)	254
10.11.1.2	Пример: Нарезание внутренней резьбы с G331 / G332	255
10.11.1.3	Пример: Вывод запрограммированной скорости сверления на текущей ступени редуктора	256
10.11.1.4	Пример: Использование второго блока данных ступеней редуктора	256
10.11.1.5	Пример: Скорость не программируется, контроль ступени редуктора	257
10.11.1.6	Пример: Смена ступеней редуктора невозможна, контроль ступени редуктора	257
10.11.1.7	Пример: Программирование без SPOS	257
10.11.2	; Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном и движением отвода (G63)	258
10.12	Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)	260
11	Коррекции радиуса инструмента	267
11.1	Коррекция радиуса инструмента (G40, G41, G42, OFFN)	267
11.2	Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT)	277
11.3	Коррекция на наружных углах (G450, G451, DISC)	284
11.4	Мягкий подвод и отвод	288
11.4.1	Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR)	288
11.4.2	Подвод и отвод с расширенными стратегиями отвода (G460, G461, G462)	299
11.5	Включение/выключение контроля столкновений ("Распознавание бутылочного горлышка") (CDON, CDOF, CDOF2)	303
11.6	Коррекция инструмента 2 1/2 D (CUT2D, CUT2DD, CUT2DF, CUT2DFD)	305
11.7	Постоянная коррекция радиуса инструмента (CUTCONON, CUTCONOF)	309

11.8	Инструменты с релевантным положением резцов.....	312
12	Параметры движения по траектории.....	315
12.1	Точный останов (G60, G9, G601, G602, G603).....	315
12.2	Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS).....	318
13	Трансформации координат (фреймы).....	327
13.1	Фреймы.....	327
13.2	Фрейм-операторы.....	329
13.3	программируемое смещение нулевой точки (TRANS, ATRANS).....	333
13.4	Программируемое смещение нулевой точки (G58, G59).....	337
13.5	Программируемое вращение (ROT, AROT, RPL).....	340
13.6	Программируемые вращения фреймов с пространственными углами (ROTS, AROTS, CROTS).....	347
13.7	Программируемый коэффициент масштабирования (SCALE, ASCALE).....	351
13.8	Программируемое отражение (MIRROR, AMIRROR).....	355
13.9	Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT)....	360
13.10	Отключение фрейма (G53, G153, SUPA, G500).....	363
13.11	Программирование: Отключение наложений (спец. для оси) (CORROF).....	364
13.12	Отключение аддитивных смещений нулевой точки (DRFROF).....	368
13.13	Специфическое для шлифования смещение нулевой точки (GFRAME0, GFRAME1 ... GFRAME100).....	370
14	Вывод вспомогательных функций.....	371
14.1	Функции M.....	375
15	Дополнительные команды.....	379
15.1	Сообщения (MSG).....	379
15.2	Запись строки символов в переменную BTSS (WRTPR).....	381
15.3	Ограничение рабочего поля.....	382
15.3.1	Ограничение рабочего поля в BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF).....	382
15.3.2	Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10).....	385
15.4	Реферирование (G74).....	389
15.5	Движение к фиксированной точке (G75).....	390
15.6	Наезд на жесткий упор (FXS, FXST, FXSW).....	394
15.7	Время ожидания (G4).....	399
15.8	Внутренняя остановка предварительной обработки.....	402
16	Прочая информация.....	403
16.1	Оси.....	403
16.1.1	Главные оси/геометрические оси.....	403

16.1.2	Дополнительные оси.....	405
16.1.3	Главный шпиндель, мастер-шпиндель.....	405
16.1.4	Оси станка.....	405
16.1.5	Оси канала.....	406
16.1.6	Траекторные оси.....	406
16.1.7	Позиционирующие оси.....	407
16.1.8	Синхронные оси.....	408
16.1.9	Командные оси.....	408
16.1.10	Оси PLC.....	408
16.1.11	Оси Link.....	409
16.1.12	Оси Lead-Link.....	411
16.2	От команды движения до движения станка.....	413
16.3	Вычисление хода.....	414
16.4	Адреса.....	415
16.5	Имя.....	417
16.6	Постоянные.....	419
16.7	Операторы и функции вычисления	421
17	Таблицы.....	425
17.1	Операторы.....	425
17.2	Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D	468
17.2.1	Варианты управления: фрезерование / токарная обработка.....	468
17.2.2	Варианты управления: шлифование.....	496
17.3	Адреса.....	524
17.3.1	Буквы адреса.....	524
17.3.2	Постоянные адреса.....	525
17.3.3	Устанавливаемые адреса.....	530
17.4	G-команды.....	537
17.5	Предопределенные процедуры.....	557
17.6	Предопределенные процедуры в синхронных действиях.....	580
17.7	Предопределенные функции.....	582
17.8	Текущий язык в HMI.....	597
A	Приложение.....	599
A.1	Список сокращений.....	599
A.2	Обзор документации.....	608
	Толковый словарь.....	609
	Указатель.....	633

Основные указания по безопасности

1.1 Общие указания по безопасности

 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
Опасность для жизни вследствие несоблюдения указаний по безопасности и остаточным рискам Несоблюдение указаний по безопасности и остаточным рискам, приведенных в соответствующей документации аппаратного обеспечения, может стать причиной тяжелых травм или смерти. • Строго соблюдайте правила техники безопасности, указанные в документации на аппаратное обеспечение. • При оценке риска необходимо учитывать остаточные риски.

 ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
Сбои в работе машины вследствие ошибочного или измененного параметрирования Ошибочное или измененное параметрирование может вызвать нарушения функционирования машин, которые, в свою очередь, могут привести к травмам или к летальному исходу. • Защищайте параметрирование от некомпетентного вмешательства. • Устраняйте возможные нарушения функционирования с помощью подходящих мер (например, АВАРИЙНЫЙ ОСТАНОВ или АВАРИЙНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ).

1.2 Гарантийные обязательства и ответственность за прикладные примеры

Прикладные примеры не носят обязательного характера и не претендуют на полноту в отношении конфигурации и оснащения, а также на универсальность для всех возможных случаев. Прикладные примеры не представляют собой специализированные решения, а лишь предлагают помощь в решении типичных задач.

Вы как пользователь несете ответственность за надлежащую эксплуатацию описанных продуктов. Прикладные примеры не снимают с эксплуатирующего лица ответственности за безопасное обращение при использовании, установке, эксплуатации и техническом обслуживании.

1.3 Промышленная безопасность

Примечание

Промышленная безопасность

Siemens предлагает продукцию и решения с функциями промышленной безопасности, которые обеспечивают безопасную эксплуатацию установок, систем, машин и сетей.

Защита установок, систем, машин и сетей от кибер-угроз предполагает наличие и последовательную поддержку единой концепции промышленной безопасности, соответствующей актуальному техническому уровню. Продукция и решения компании Siemens являются лишь частью такой концепции.

Защита от несанкционированного доступа к установкам, системам, машинам и сетям относится к компетенции заказчика. Подключение систем, машин и компонентов к локальной сети предприятия или Интернету должно осуществляться только при необходимости и с соблюдением соответствующих мер обеспечения безопасности (напр., использование сетевых экранов и сегментация сети).

Дополнительно следует придерживаться рекомендаций Siemens, относящихся к в. у. мерам обеспечения безопасности. Дополнительную информацию о промышленной безопасности можно найти по адресу:

Промышленная безопасность (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)

Безопасность продукции и решений компании Siemens непрерывно совершенствуется. Siemens настоятельно рекомендует устанавливать обновления сразу же после их выхода и всегда использовать только последние версии продуктов. Использование устаревших или более не поддерживаемых версий увеличивает риск кибер-угроз.

Для получения актуальной информации о последних обновлениях можно подписаться на RSS-канал промышленной безопасности Siemens по адресу:

Промышленная безопасность (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>)

Дополнительную информацию можно найти в Интернете:

Справочник по проектированию, промышленная безопасность (<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/view/108862708>)



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Опасные рабочие состояния из-за внесения несанкционированных изменений в программное обеспечение

Внесение несанкционированных изменений в программное обеспечение, например, из-за действия вирусов, троянов, вредоносного ПО или червей, может стать причиной опасных рабочих состояний на установке, и как следствие, привести к смерти, тяжелым травмам и материальному ущербу.

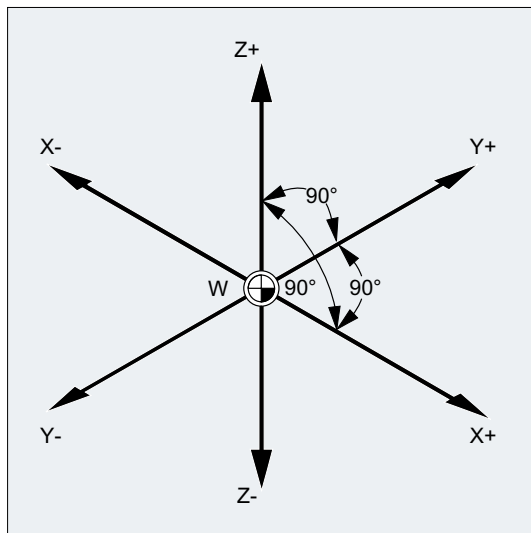
- Постоянно обновляйте ПО.
- Интегрируйте компоненты автоматизации и приводов в единую концепцию промышленной безопасности установки или машины, соответствующую актуальному уровню развития техники.
- В единой концепции промышленной безопасности должны быть учтены все используемые продукты.
- Для защиты файлов на сменных носителях от вредоносного ПО следует использовать соответствующие меры обеспечения безопасности, напр., программы поиска вирусов.
- Необходимо защитить привод от несанкционированных изменений посредством активации функции преобразователя «Защита ноу-хау».

Геометрические основы

2.1 Позиции детали

2.1.1 Системы координат детали

Чтобы станок или СЧПУ могли работать с указанными в программе ЧПУ позициями, эти указанные позиции должны относиться к базовой системе, которую можно перенести на направления движения осей станка. Для этого на станках в качестве системы координат детали используются декартовы, т. е. правовращающиеся прямоугольные системы координат по стандарту DIN 66217.



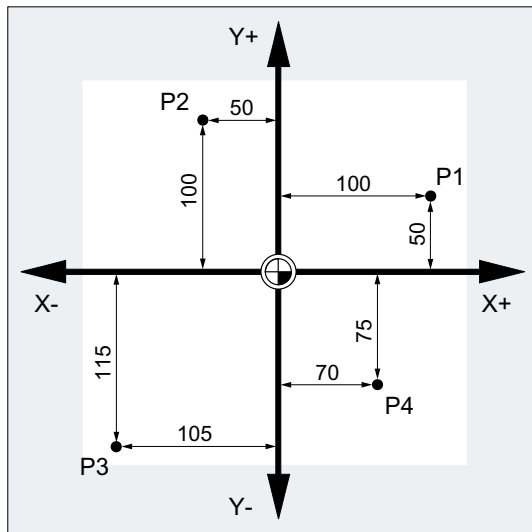
Нулевая точка детали (W) является исходной точкой системы координат детали.

2.1.2 Декартовы координаты

Оси в системе координат измерены. Благодаря этому существует возможность однозначного описания любой точки в системе координат и тем самым любой позиции детали через направление (X, Y и Z) и три числовых значения. Нулевая точка детали всегда имеет координаты X0, Y0 и Z0.

Указание позиций в форме декартовых координат

Для упрощения в этом примере рассматривается только одна плоскость системы координат, плоскость X/Y:

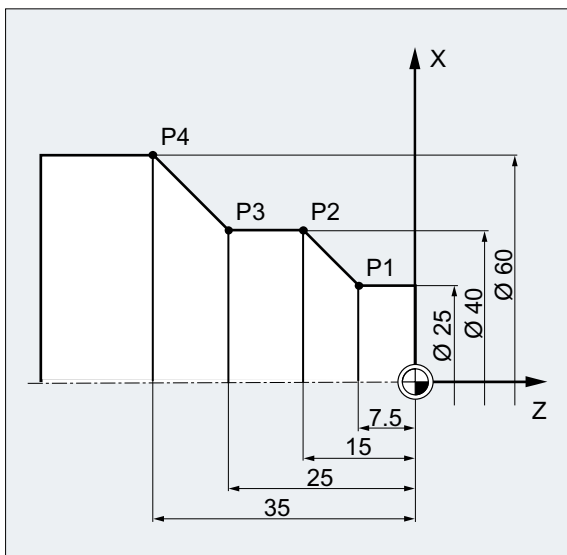


В этом случае точки P1 до P4 имеют следующие координаты:

Позиция	Координаты
P1	X100 Y50
P2	X-50 Y100
P3	X-105 Y-115
P4	X70 Y-75

Пример: Позиции детали при токарной обработке

В случае токарных станков для описания контура достаточно одной плоскости:

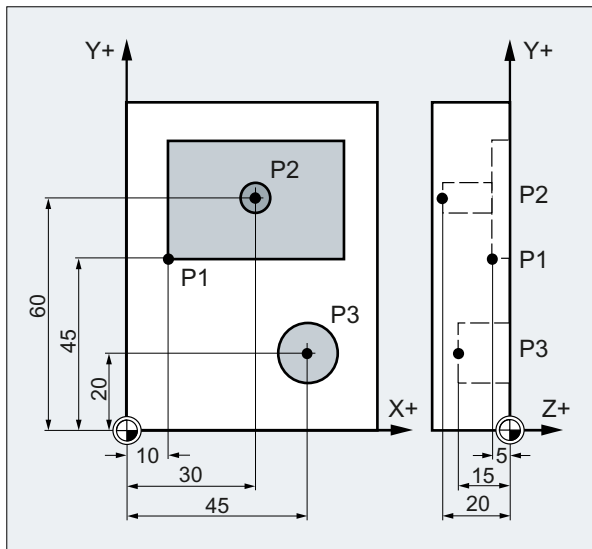


В этом случае точки P1 до P4 имеют следующие координаты:

Позиция	Координаты
P1	X25 Z-7.5
P2	X40 Z-15
P3	X40 Z-25
P4	X60 Z-35

Пример: Позиции детали при фрезерной обработке

При фрезерных обработках необходимо описать и глубину подачи, т. е. и третьей координате (в этом случае Z) необходимо присвоить числовое значение.



Точки P1 до P3 имеют следующие координаты:

Позиция	Координаты
P1	X10 Y45 Z-5
P2	X30 Y60 Z-20
P3	X45 Y20 Z-15

2.1.3 Полярные координаты

Вместо декартовых координат для описания позиций детали могут использоваться и полярные координаты. Это имеет смысл в тех случаях, когда деталь или часть детали измерены с радиусом и углом. Исходная точка измерения называется "Полюс".

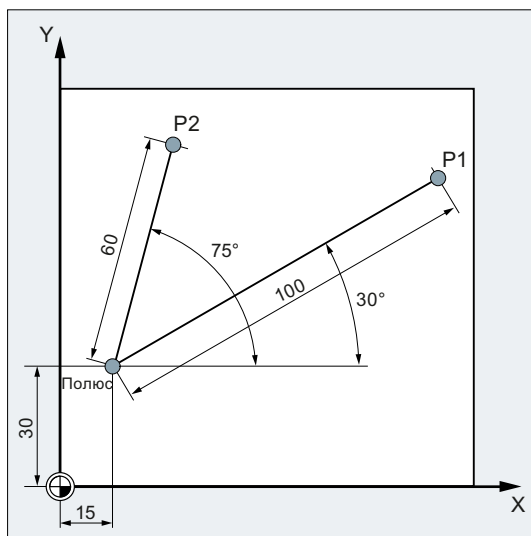
Указание позиций в форме полярных координат

Полярные координаты состоят из **полярного радиуса** и **полярного угла**.

Полярный радиус это расстояние между полюсом и позицией.

Полярный угол это угол между полярным радиусом и горизонтальной осью рабочей плоскости. Отрицательные полярные углы отсчитываются по часовой стрелке, положительные – против часовой стрелки.

Пример



Точки P1 и P2 могут быть описаны относительно полюса следующим образом:

Позиция	Полярные координаты
P1	RP=100 AP=30
P2	RP=60 AP=75
RP: Полярный радиус	
AP: Полярный угол	

2.1.4 Абсолютный размер

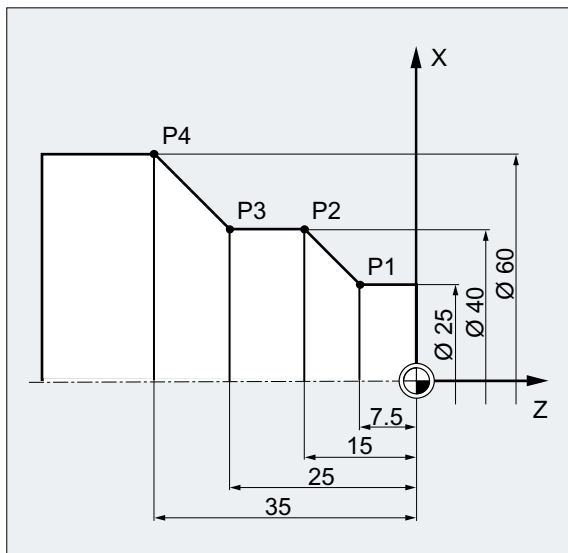
Указание позиций в абсолютном размере

У абсолютного размера все указания позиций всегда относятся к действующей в данный момент нулевой точке.

В отношении движения инструмента это означает:

Указание абсолютного размера описывает позицию, к которой должен двигаться инструмент.

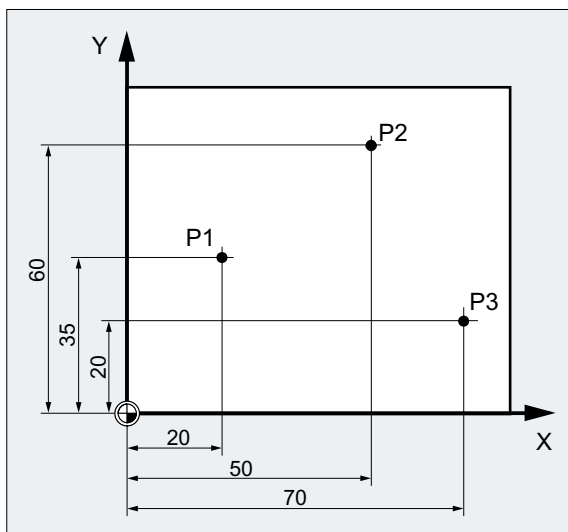
Пример: Токарная обработка



В абсолютном размере для точек P1 до P4 получаются следующие данные позиций:

Позиция	Указание позиций в абсолютном размере
P1	X25 Z-7,5
P2	X40 Z-15
P3	X40 Z-25
P4	X60 Z-35

Пример: Фрезерная обработка



В абсолютном размере для точек P1 до P3 получаются следующие данные позиций:

Позиция	Указание позиций в абсолютном размере
P1	X20 Y35
P2	X50 Y60
P3	X70 Y20

2.1.5 Составной размер

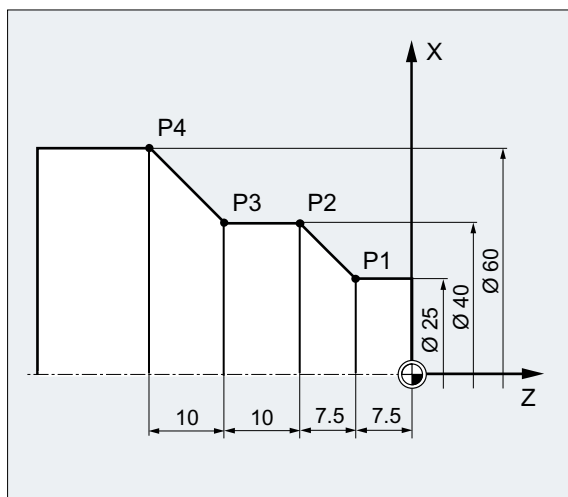
Указание позиций в составном размере (инкрементальном размере)

На рабочих чертежах размеры часто относятся не к нулевой точке, а к иной точке детали. Во избежание пересчета данных размера существует возможность указания составного или инкрементального размера. При таком способе указания составного размера данные позиции относятся к соответствующей предыдущей точке.

В отношении движения инструмента это означает:

Данные составного размера описывают, на сколько должен переместиться инструмент.

Пример: Токарная обработка



В составном размере для точек P2 до P4 получаются следующие данные позиций:

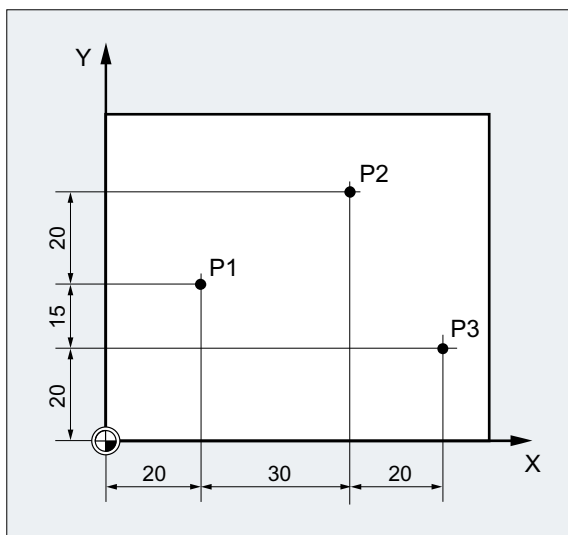
Позиция	Указание позиций в составном размере	Данные относятся к:
P2	X15 Z-7,5	P1
P3	Z-10	P2
P4	X20 Z-10	P3

Примечание

При имеющейся DIAMOF или DIAM90 заданный путь при указании составного размера (G91) программируется как размер радиуса.

Пример: Фрезерование

Указание позиции для точек P1 до P3 в составном размере:



В составном размере для точек P1 до P3 получаются следующие данные позиций:

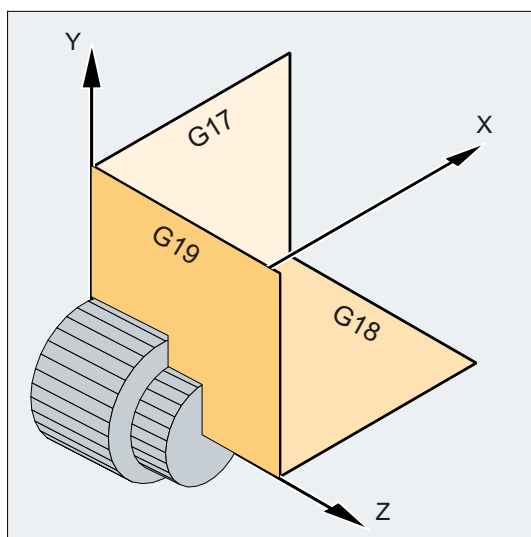
Позиция	Указание позиций в составном размере	Данные относятся к:
P1	X20 Y35	Нулевая точка
P2	X30 Y20	P1
P3	X20 Y -35	P2

2.2 Рабочие плоскости

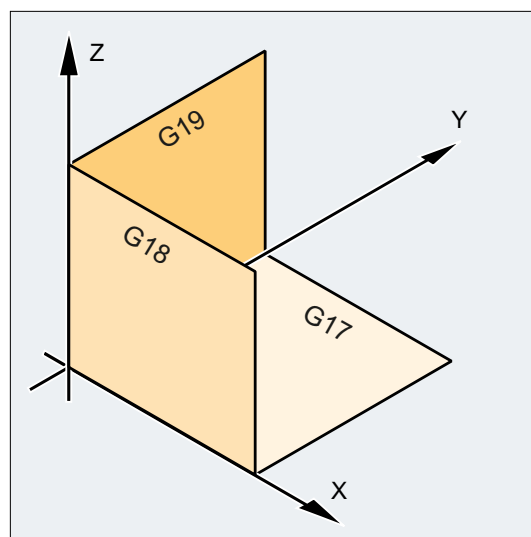
Любой программе ЧПУ необходима информация о том, в какой плоскости выполняется обработка. Только в этом случае система управления сможет, например, правильно рассчитывать значения коррекции инструмента. Кроме того, указание рабочей плоскости необходимо для определенных видов программирования окружностей и для полярных координат.

Рабочая плоскость во взятой за основу декартовой системе координат детали определяется двумя осями координат. Третья ось координат стоит вертикально на этой рабочей плоскости и определяет направление подачи инструмента (к примеру, для обработки 2D).

Рабочие плоскости при токарной / фрезерной обработке



Рабочие плоскости при токарной обработке



Рабочие плоскости при фрезерной обработке

Активация рабочей плоскости

Рабочие плоскости активируются в программе ЧПУ с помощью G-команд G17, G18 и G19. Эта взаимосвязь определяется следующим образом:

G-команда	Рабочая плоскость	Абсцисса	Ордината	Аппликата Δ направление подачи
G17	X / Y	X	Y	Z
G18	Z / X	Z	X	Y
G19	Y / Z	Y	Z	X

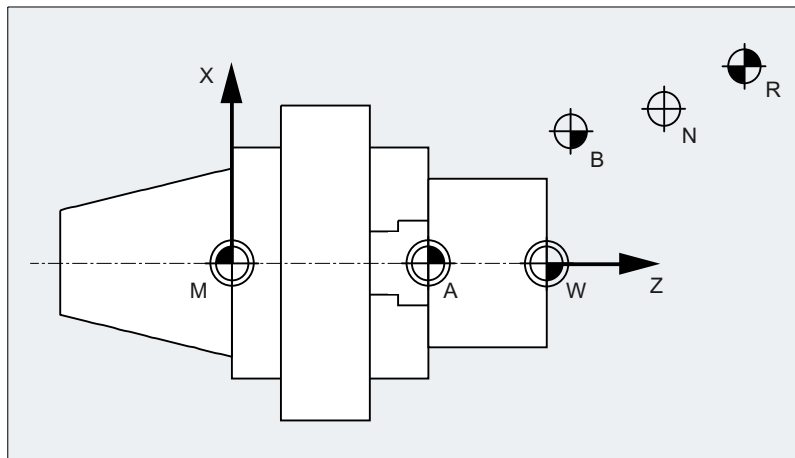
2.3 Нулевые точки и исходные точки

На станке с ЧПУ определены различные нулевые и исходные точки:

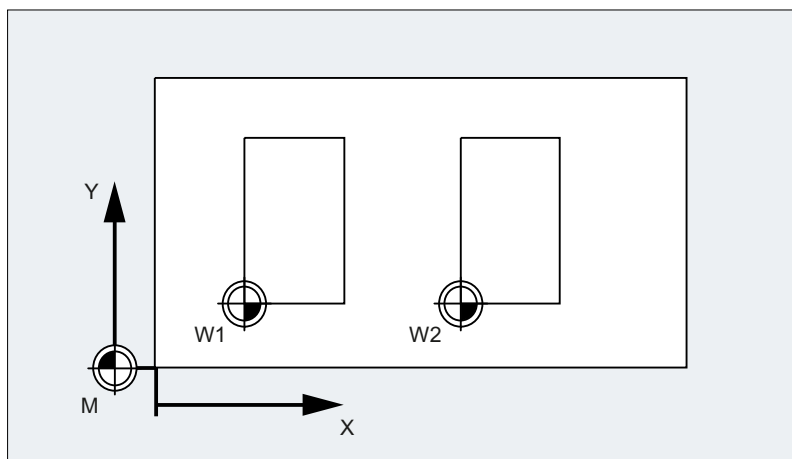
Нулевые точки		
	M	Нулевая точка станка С помощью нулевой точки станка определяется система координат станка (MCS). К нулевой точке станка относятся все другие исходные точки.
	W	Нулевая точка детали = нулевая точка программы Нулевая точка детали определяет систему координат детали относительно нулевой точки станка.
	A	Точка упора Может совпадать с нулевой точкой детали (только у токарных станков).

Исходные точки		
	r	Референтная точка Определенная кулачками и измерительной системой позиция. Расстояние до нулевой точки станка M должно быть известным, чтобы позиция оси в этом месте могла быть установлена точно на это значение.
	B	Стартовая точка Может быть определена через программу. Здесь 1-й инструмент начинает обработку.
	T	Исходная точка инструментального суппорта Находится на зажиме инструмента. Посредством ввода длин инструмента СЧПУ вычисляет расстояние от острия инструмента до исходной точки инструментального суппорта.
	N	Точка смены инструмента

Нулевые и исходные точки при токарной обработке



Нулевые точки при фрезеровании



2.4 Системы координат

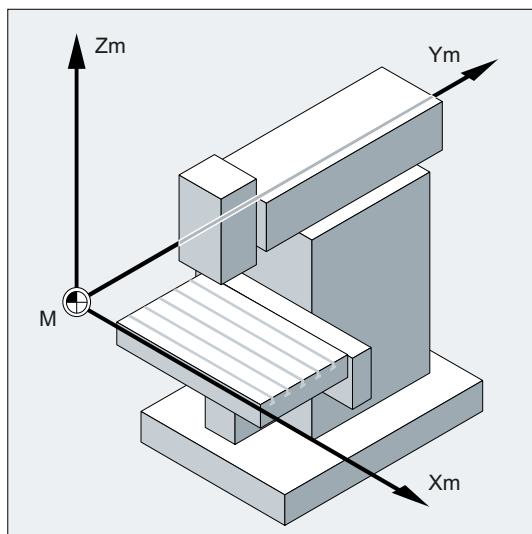
Различаются следующие системы координат:

- Система координат станка (MCS) (Страница 28) с нулевой точкой станка **M**
- Базовая кинематическая система (BKS) (Страница 30)
- Базовая система нулевой точки (BNS) (Страница 32)
- Настраиваемая система нулевой точки (ENS) (Страница 33)
- Система координат детали (WCS) (Страница 34) с нулевой точкой детали **W**

2.4.1 Система координат станка (MCS)

Система координат станка образуется из всех физически имеющихся осей станка.

В системе координат станка определяются референтные точки, точки смены инструмента и паллет (фиксированные точки станка).



Если программирование осуществляется непосредственно в системе координат станка (возможно для некоторых G-команд), то обращение осуществляется напрямую к физическим осям станка. Зажим детали (если имеется) при этом не учитывается.

Примечание

Если существуют различные системы координат станка (например, 5-ти осевая трансформация), то через внутреннюю трансформацию кинематика станка отображается на систему координат, в которой осуществляется программирование.

Правило правой руки

Положение системы координат относительно станка зависит от типа станка. Осевые направления определяются по так называемому "Правилу правой руки" (по DIN 66217).

Если встать перед станком, то средний палец правой руки направлен против направления подачи главного шпинделя. Тогда:

- Большой палец обозначает направление $+X$
- Указательный палец — направление $+Y$
- Средний палец — направление $+Z$

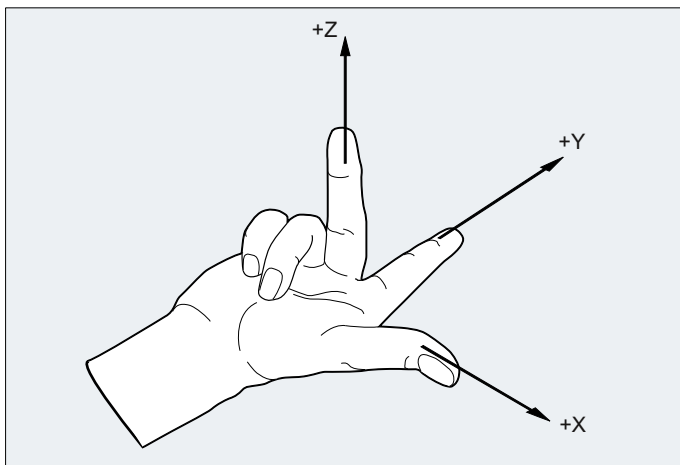
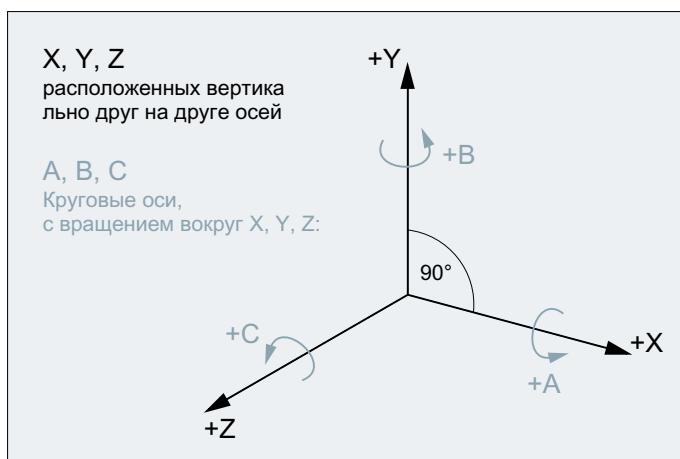


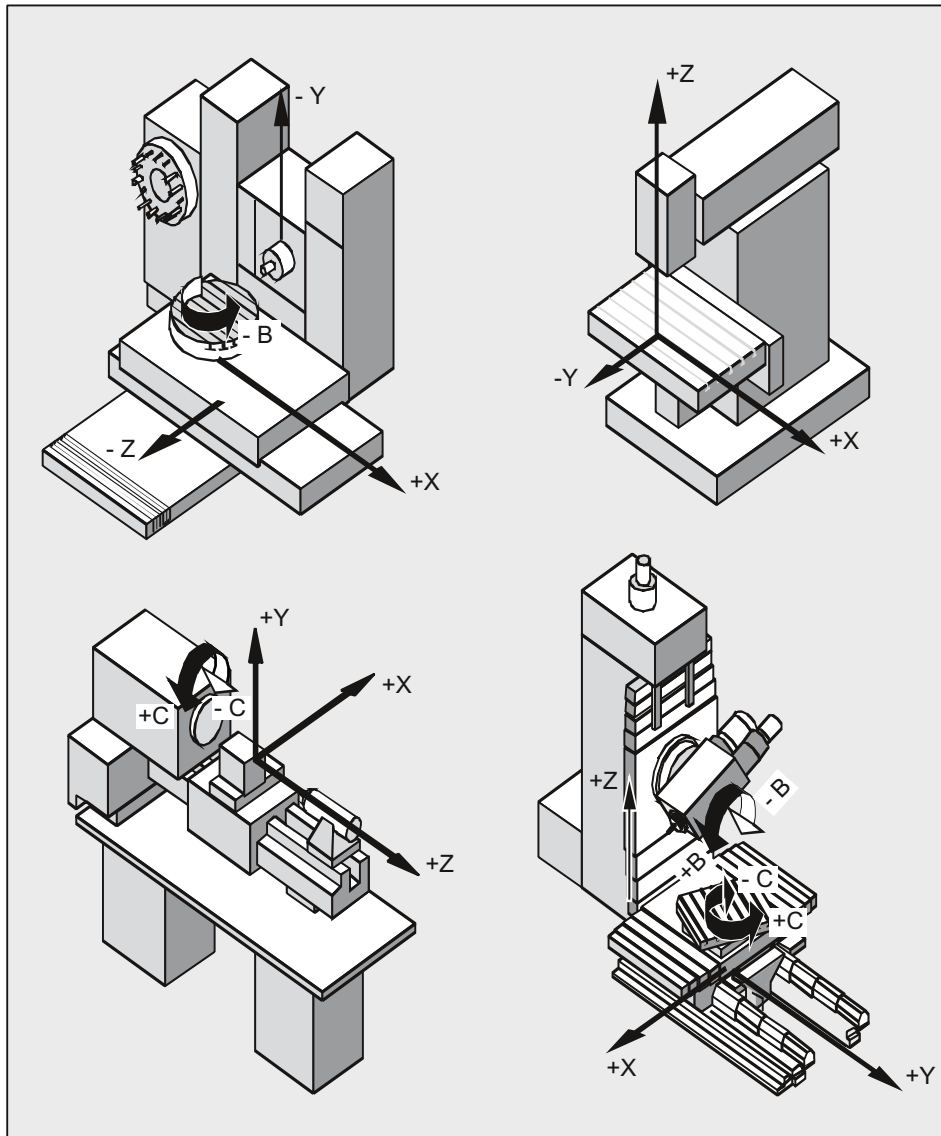
Рисунок 2-1 "Правило правой руки"

Вращения вокруг осей координат X , Y и Z обозначаются посредством A , B и C . Направление вращения является положительным тогда, когда вращение выполняется по часовой стрелке, если смотреть в положительном направлении оси координат:



Положение системы координат у различных типов станков

Положение системы координат, получаемое из "правила правой руки", может иметь различную ориентацию у различных типов станков. Ниже несколько примеров:



2.4.2 Базовая кинематическая система (BKS)

Базовая кинематическая система (BKS) состоит из трех расположенных под прямым углом осей (гео-оси), а также других осей (дополнительные оси) без геометрической связи.

Станки без кинематической трансформации

BKS и MCS всегда совпадают, если BKS может быть отображена на MCS без кинематической трансформации (например, 5-осевая трансформация, TRANSMIT / TRACYL / TRAANG).

У таких станков имена осей станка и гео-осей могут быть идентичными.

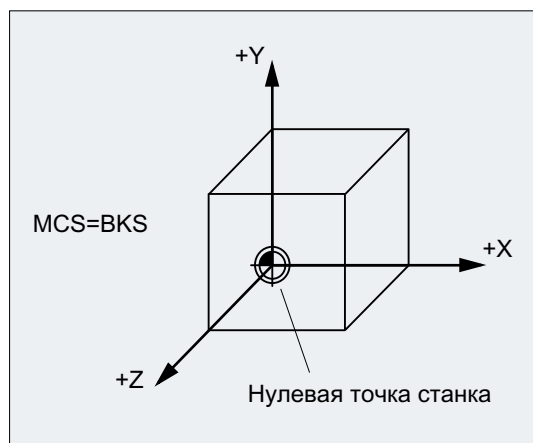


Рисунок 2-2 MCS = BKS без кинематической трансформации

Станки с кинематической трансформацией

BKS и MCS не совпадают в тех случаях, когда BKS отображается на MCS с кинематической трансформацией (например, 5-осевая трансформация, TRANSMIT / TRACYL / TRAANG).

У таких станков имена осей станка и гео-осей должны быть различными.

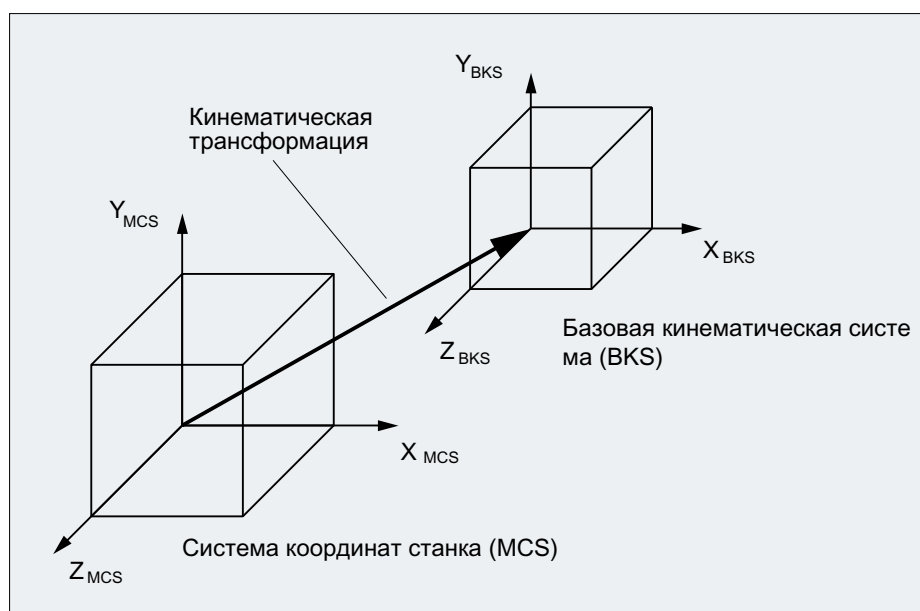


Рисунок 2-3 Кинематическая трансформация между MCS и BKS

Кинематика станка

Деталь всегда программируется в двух- или трехмерной прямоугольной системе координат (WCS). Но для изготовления этих деталей все чаще используются станки с круговыми осями или расположенными не под прямым углом линейными осями. Для преобразования запрограммированных в WCS координат (прямоугольных) в реальные движения осей станка служит кинематическая трансформация.

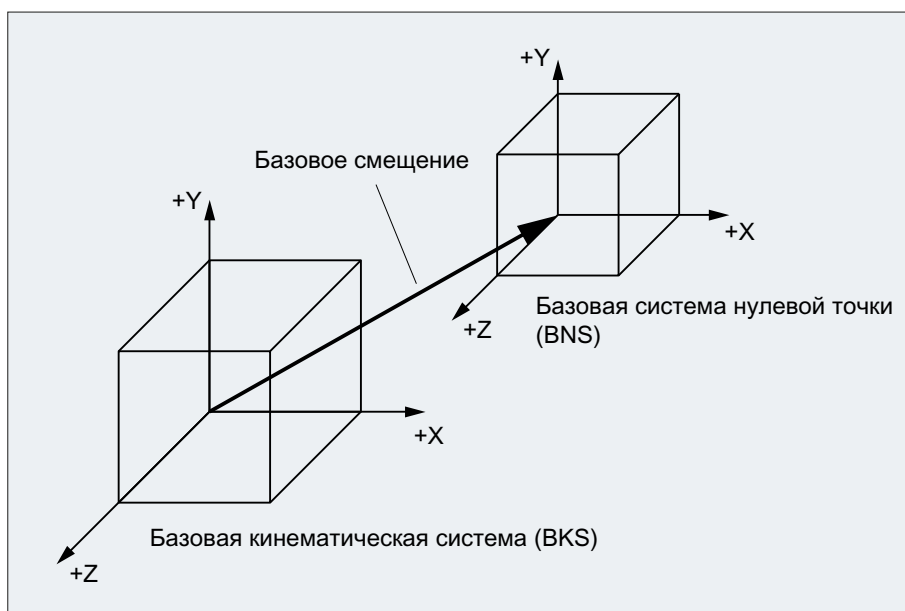
Литература

Описание функций "Расширенные функции"; M1: Кинематическая трансформация

Описание функций "Специальные функции"; F2: Многоосевые трансформации

2.4.3 Базовая система нулевой точки (BNS)

Базовая система нулевой точки (BNS) получается из базовой кинематической системы посредством базового смещения.



Базовое смещение

Базовое смещение описывает преобразование координат между BKS и BNS. С его помощью можно, к примеру, установить нулевую точку паллеты.

Базовое смещение состоит из:

- Внешнее смещение нулевой точки
- Смещение DRF
- Наложённое движение

- Связанные системные фреймы
- Связанные базовые фреймы

Литература

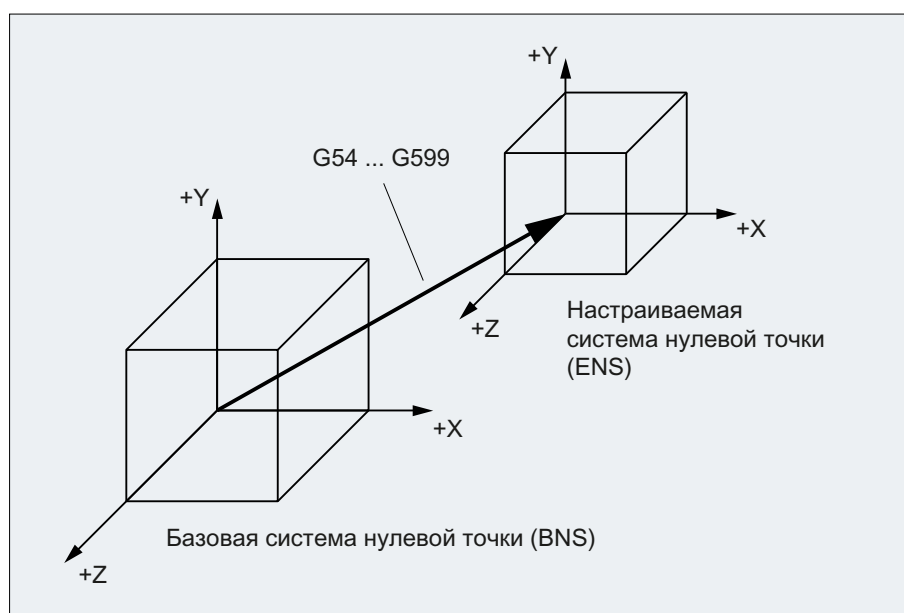
Описание функций "Основные функции"; Оси, системы координат, фреймы (K2)

2.4.4 Настраиваемая система нулевой точки (ENS)

Настраиваемое смещение нулевой точки

Через настраиваемое смещение нулевой точки из базовой системы нулевой точки (BNS) получается "Настраиваемая система нулевой точки" (ENS).

Настраиваемые смещения нулевой точки активируются в программе ЧПУ с помощью команд G G54...G57 и G505...G599.



Если нет активных программируемых трансформации координат (фреймы), то "Настраиваемой системой нулевой точки" является система координат детали (WCS).

Программируемые трансформации координат (фреймы)

Иногда имеет смысл или требуется переместить в программе ЧПУ первоначально выбранную систему координат детали (или "Настраиваемую систему нулевой точки") на другую позицию и при необходимости повернуть, отразить и/или масштабировать. Это осуществляется через программируемые трансформации координат (фреймы).

См. главу: "Трансформации координат (фреймы)"

Примечание

Программируемые трансформации координат (фреймы) всегда относятся к "Настраиваемой системе нулевой точки".

2.4.5 Система координат детали (WCS)

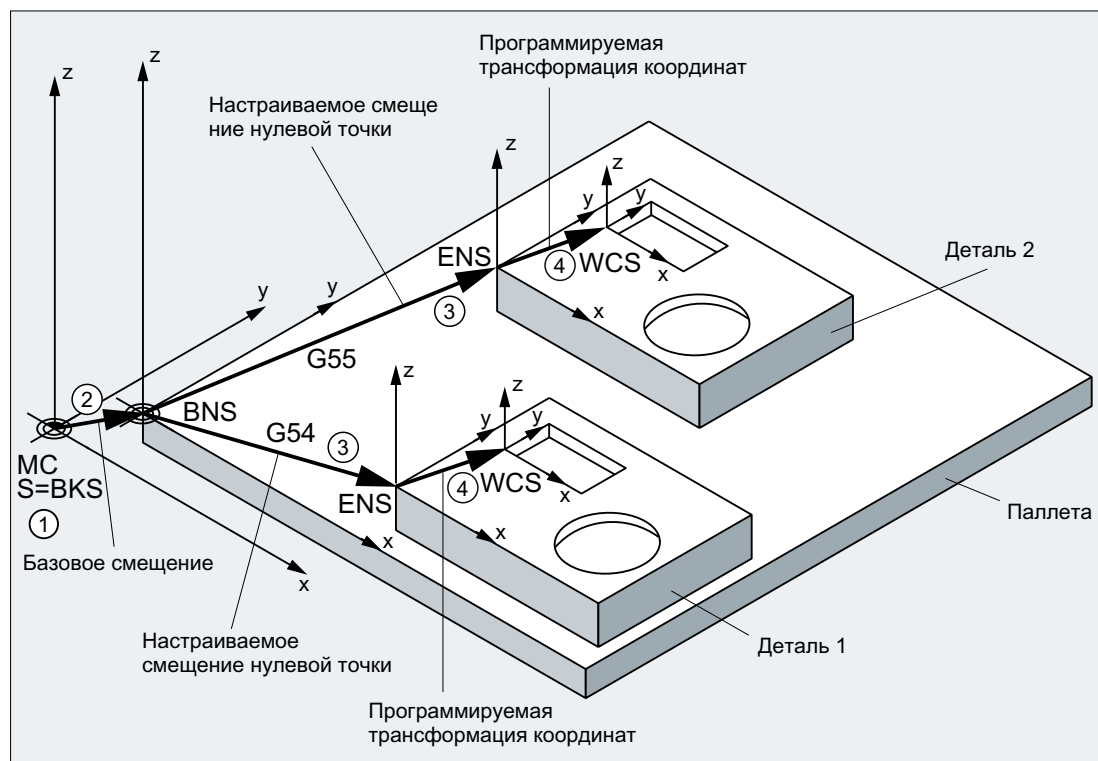
В системе координат детали (WCS) описывается геометрия детали. Т.е: данные в программе ЧПУ относятся к системе координат детали.

Система координат детали всегда является декартовой системой координат и соответствует определенной детали.

2.4.6

Как связаны различные системы координат?

Пример на рисунке ниже должен еще раз пояснить связи между различными системами координат:



- ① Кинематическая трансформация не активна, т.е. система координат станка и базовая кинематическая система совпадают.
- ② Через базовое смещение получается базовая система нулевой точки (BNS) с нулевой точкой паллеты.
- ③ Через настраиваемое смещение нулевой точки G54 или G55 определяется "Настраиваемая система нулевой точки" (ENS) для детали 1 или детали 2.
- ④ Через программируемую трансформацию координат получается система координат детали (WCS).

Основы программирования ЧПУ

Примечание

Директивным руководством по программированию ЧПУ является DIN 66025.

3.1 Наименование программы ЧПУ

Правила

Любой программе ЧПУ при создании необходимо присвоить имя (идентификатор). Имя программы можно выбирать произвольно, соблюдая следующие правила:

- Разрешенные символы:
 - Буквы: A ... Z, a ... z
 - Цифры: 0 ... 9
 - Знак подчеркивания: _
- Первыми двумя символами должны быть две буквы или знак подчеркивания с буквой после него.

Примечание

Если это условие выполнено, программа ЧПУ может быть вызвана из другой программы как подпрограмма путем указания имени программы. Если имя программы начинается с цифр, вызов подпрограммы возможен только через оператор CALL.

- Максимальная длина: 24 символа

Примечание

Прописные / строчные буквы

В языке ЧПУ SINUMERIK **нет** различия между прописными и строчными буквами.

Примечание

Недопустимые имена программ

Во избежание проблем с приложениями Windows **запрещено** использовать следующие имена программ:

- CON, PRN, AUX, NUL
- COM1, COM2, COM3, COM4, COM5, COM6, COM7, COM8, COM9
- LPT1, LPT2, LPT3, LPT4, LPT5, LPT6, LPT7, LPT8, LPT9

Другие ограничения: см. "Имя (Страница 417)".

Расширения внутри СЧПУ

К присвоенному при создании программы имени программы СЧПУ добавляет префикс и постфикс:

- Префикс: _N_
- Постфикс:
 - Главные программы: _MPF
 - Подпрограммы: _SPF

Файлы в формате RS232

Созданные на внешнем устройстве программные файлы, которые нужно загружать через интерфейс V.24, должны иметь формат RS232.

Для программного имени файла в формате RS232 действуют следующие дополнительные правила:

- Первый символ: %
- В конце – расширение файла из четырех символов: _xxx

Примеры:

- %_N_WELLE123_MPF
- %Flansch3_MPF

Литература

Подробные сведения о переносе, создании и сохранении программ ЧПУ представлены в:

Справочник по токарной обработке или фрезерованию или шлифованию; глава "Работа с программами"

3.2 Структура и содержание программы ЧПУ

3.2.1 Кадры и компоненты кадров

Кадры

Программа ЧПУ состоит из последовательности кадров ЧПУ. Каждый кадр содержит данные для выполнения рабочей операции при обработке детали.

Компоненты кадра

Кадры ЧПУ состоят из следующих компонентов:

- Команды (операторы) по DIN 66025
- Элементы высокоуровневого языка программирования ЧПУ

Команды по DIN 66025

Команды по DIN 66025 состоят из символа адреса и цифры или последовательности цифр, представляющей арифметическое значение.

Символ адреса (адрес)

Символ адреса (чаще всего буква) определяет значение команды.

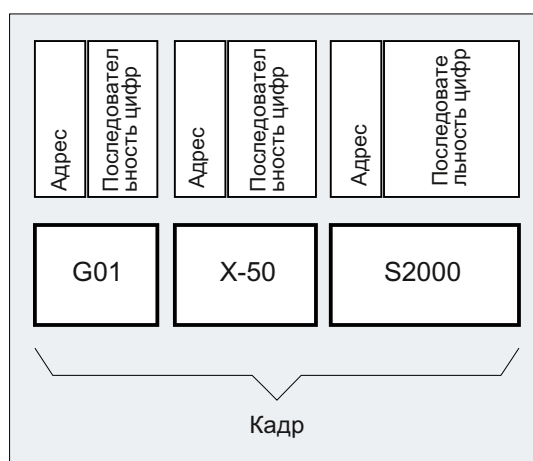
Примеры:

Символ адреса	Значение
G	G-команда (функция перемещения)
X	Информация о длине перемещения для оси X
S	Число оборотов шпинделя

Последовательность цифр

Последовательность цифр это присвоенное символу адреса значение.

Последовательность цифр может включать знак и десятичную точку, при этом знак всегда стоит между буквами адреса и последовательностью цифр. Положительный знак (+) и вводные нули (0) не записываются.



Элементы высокоуровневого языка программирования ЧПУ

Так как набора команд по DIN 66025 более недостаточно для программирования сложных процессов обработки на современных станках, он был дополнен элементами высокоуровневого языка программирования ЧПУ.

К ним, среди прочего, относятся:

- Команды высокоуровневого языка программирования ЧПУ
В отличие от команд по DIN 66025 команды высокоуровневого языка программирования ЧПУ состоят из нескольких букв адреса, например:
 - OVR для коррекции скорости (процентовка)
 - SPOS для позиционирования шпинделя
- Идентификаторы (определенные имена) для:
 - системных переменных
 - определенных пользователем переменных
 - подпрограмм
 - кодовых слов
 - меток перехода
 - макросов

Примечание

Идентификатор должен быть однозначным и не может использоваться для различных объектов.

- Операторы сравнения
- Логические операторы
- Функции вычисления
- Управляющие структуры

Литература:

Руководство по программированию "Расширенное программирование"; глава: "Гибкое программирование ЧПУ"

Принцип действия команд

Команды действуют либо модально, либо покадрово:

- **Модально**
Модально действующие команды сохраняют свою значимость с запрограммированным значением до тех пор (во всех последующих кадрах), пока:
 - по тому же адресу не будет запрограммировано новое значение.
 - не будет запрограммирована команда, отменяющая действующую прежде команду.
- **Покадрово**
Действующие покадрово команды сохраняют свою значимость только в том кадре, в котором они программируются.

Конец программы

Последний кадр в последовательности операций содержит специальное слово для конца программы: M2, M17 или M30.

3.2.2 Правила для кадра

Начало кадра

Кадры ЧПУ могут быть обозначены в начале кадра номерами кадров. Они состоят из символа "N" и положительного целого числа, например:

N40 . . .

Последовательность номеров кадров может быть любой, но рекомендуется растущая последовательность номеров кадров.

Примечание

Для получения однозначного результата поиска номера кадров внутри одной программы должны быть однозначными.

Конец кадра

Кадр завершается символом LF (LINE FEED = новая строка).

Примечание

Запись символа LF не требуется. Он автоматически создается через переключение строки.

Длина кадра

Один кадр может содержать макс. **512 символов** (включая комментарий и символ конца кадра LF).

Примечание

Обычно в текущей индикации кадра на дисплее показываются три кадра с макс. 66 символами каждый. Комментарии также показываются. Сообщения показываются в отдельном окне сообщений.

Последовательность операторов

Для большей наглядности структуры кадра, операторы в кадре должны быть расположены в следующей последовательности:

N... G... X... Y... Z... F... S... T... D... M... H...

Адрес	Значение
N	Адрес номера кадра
G	Функция перемещения
X, Y, Z	Информация о длине перемещения
F	Подача
S	Скорость
T	Инструмент
D	Номер коррекции инструмента
M	Дополнительная функция
H	Вспомогательная функция

Примечание

Некоторые адреса могут использоваться несколько раз в одном кадре, например:

G..., M..., H...

3.2.3 Присвоения значений

Адресам могут присваиваться значения. При этом действуют следующие правила:

- Символ "=" должен быть записан между адресом и значением, если:
 - адрес состоит более чем из одной буквы.
 - значение состоит более чем из одной постоянной.

Символ "=" не нужен, если адресом является одна единственная буква и значение состоит только из одной постоянной.

- Знаки разрешены.
- Разделительные символы после буквы адреса разрешены.

Примеры:

X10	Присваивание значения (10) адресу X, "=" не требуется
X1=10	Присваивание значения (10) адресу (X) с цифровым расширением (1), "=" требуется
X=10*(5+SIN(37.5))	Присваивание значения через цифровое выражение, "=" требуется

Примечание

За цифровым расширением всегда должен следовать один из специальных символов "=", "(", "[", ")", "]", ",", " или оператор, чтобы отличать адрес с цифровым расширением от буквы адреса со значением.

3.2.4 Комментарии

Для того, чтобы сделать программу ЧПУ более понятной, кадры ЧПУ могут быть снабжены комментариями.

Комментарий стоит в конце кадра и отделяется от программного блока кадра ЧПУ точкой с запятой (";").

Пример 1:

Программный код	Комментарий
N10 G1 F100 X10 Y20	; Комментарий для пояснения кадра ЧПУ

Пример 2:

Программный код	Комментарий
N10	; Фирма G&S, заказ № 12A71
N20	; Программа создана г-ном Мюллером, отдел TV 4, 21.11.94

Программный код	Комментарий
N50	; Деталь № 12, корпус для погружного насоса типа ТР23А

Примечание

Комментарии сохраняются и появляются при выполнении программы в актуальной индикации кадра.

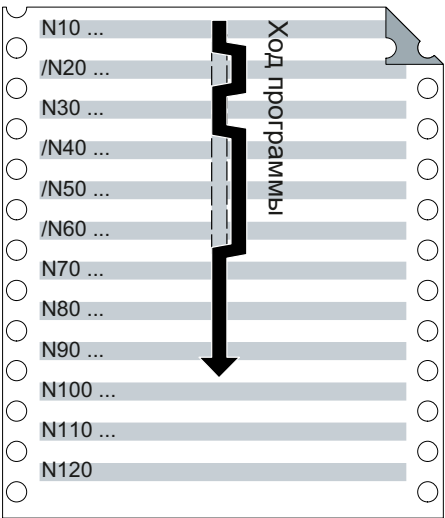
3.2.5 Пропуск кадров

Кадры, которые не должны выполняться не при каждом выполнении программы (к примеру, отладка программы), могут быть пропущены.

Программирование

Кадры, которые должны быть пропущены, обозначаются символом "/" (косая черта) перед номером кадра. Могут пропускаться и несколько последовательных кадров. Операторы в пропущенных кадрах не исполняются, программа продолжается на соответствующем следующем не пропущенном кадре.

Пример:



Программный код	Комментарий
N10 ...	; выполняется
/N20 ...	; пропущен
N30 ...	; выполняется
/N40 ...	; пропущен
N70 ...	; выполняется

Уровни пропуска

Кадрам могут быть назначены уровни пропуска (макс. 10), которые могут быть активированы через интерфейс.

Программирование выполняется через предустановку косой черты с последующим номером уровня пропуска. На один кадр может быть указан только 1 уровень пропуска.

Пример:

Программный код	Комментарий
/ ...	; Кадр пропускается (1-й уровень пропуска)
/0 ...	; Кадр пропускается (1-й уровень пропуска)
/1 N010...	; Кадр пропускается (2-й уровень пропуска)
/2 N020...	; Кадр пропускается (3-й уровень пропуска)
...	
/7 N100...	; Кадр пропускается (8-й уровень пропуска)
/8 N080...	; Кадр пропускается (9-й уровень пропуска)
/9 N090...	; Кадр пропускается (10-й уровень пропуска)

Примечание

Количество уровней пропуска, которые могут использоваться, зависит от машинных данных индикации.

Примечание

Изменяемые программные процессы могут создаваться и посредством использования системных и пользовательских переменных для условных переходов.

Создание программы ЧПУ

4.1 Базовый принцип

При создании программы ЧПУ само программирование, т.е. преобразование отдельных рабочих операций в язык ЧПУ, часто является лишь небольшой частью работы по программированию.

Перед программированием необходимо осуществить планирование и подготовку рабочих операций. Чем точнее будет спланировано начало и структура программы ЧПУ, тем быстрее и проще будет осуществляться само программирование и тем более наглядной и менее подверженной ошибкам будет готовая программа ЧПУ. Преимущество наглядных программ особо проявляется тогда, когда позднее необходимо вносить изменения.

Так как не каждая часть выглядит точно также, как другая, то не имеет смысла, создавать каждую программу точно по одному и тому же методу. Но для большинства случаев описанный ниже принцип является целесообразным.

Принцип действий

1. Подготовка чертежа детали

- Определение нулевой точки детали
- Нанесение системы координат
- Вычисление возможно отсутствующих координат

2. Определение процесса обработки

- Когда будут использоваться какие инструменты и для обработки каких контуров?
- В какой последовательности будут изготавливаться отдельные элементы детали?
- Какие отдельные элементы повторяются (возможно в повернутом виде) и должны быть сохранены в подпрограмме?
- Имеются ли в других программах обработки деталей или подпрограммах контуры деталей, которые могут быть использованы повторно для актуальной детали?
- Где целесообразны или необходимы смещения нулевой точки, вращение, отражение, масштабирование (концепция фрейма)?

3. Создание технологической карты

Определить поочередно все процессы обработки станка, к примеру:

- Движения ускоренным ходом для позиционирования
- Смена инструмента
- Определение плоскости обработки
- Свободный ход для дополнительного измерения
- Включение/выключение шпинделя, СОЖ
- Вызов данных инструмента
- Подача
- Коррекция траектории
- Подвод к контуру
- Отвод от контура
- и т.д.

4. Перевод рабочих операций на язык программирования

- Запись каждой отдельной операции как кадра ЧПУ (или кадров ЧПУ).

5. Соединение всех отдельных операций в одной программе

4.2 Доступные символы

Для создания программ ЧПУ имеются следующие символы:

- Прописные буквы:
A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, (O), P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z
- Строчные буквы:
a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z
- Цифры:
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- Специальные символы:
См. таблицу ниже!

Специальные символы	Значение
%	Символ начала программы (только для создания программы на внешнем РС)
(	Заключение в скобки параметров или в выражениях
)	Заключение в скобки параметров или в выражениях
[	Заключение в скобки адресов или индексов поля
]	Заключение в скобки адресов или индексов поля
<	меньше
>	больше
:	Главный кадр, конец метки, связывающий оператор
=	Присваивание, часть равенства
/	Деление, пропуск кадра
*	Умножение
+	Сложение
-	Вычитание, отрицательный знак
"	Кавычки, идентификация для цепочки символов
'	Апостроф, идентификация для специальных числовых данных: шестнадцатеричные, двоичные
\$	Системная идентификация переменных
s_	Символ подчеркивания, относится к буквам
?	Зарезервировано
!	зарезервировано
.	Десятичная точка
,	Запятая, знак разделения параметров
;	Начало комментария
&	Символ форматирования, то же действие, что и пробел
LF	Конец кадра
Табулятор	Разделительный символ
Пробел	Разделительный символ (пробел)

Примечание

Не путать букву "О" с числом "0".

Примечание

Прописные и строчные буквы не различаются (исключение: вызов инструмента).

Примечание

Скрытые специальные символы обрабатываются как символы пробела.

4.3 "Шапка" программы

Кадры ЧПУ, стоящие перед кадрами движения для изготовления контура детали, обозначаются как "шапка" программы.

"Шапка" программы содержит информацию / операторы для:

- Смены инструмента
- Коррекции на инструмент
- Движения шпинделя
- Регулирования подачи
- Геометрических установок (смещение нулевой точки, выбор рабочей плоскости)

"Шапка" программы при токарной обработке

Пример ниже показывает типичную структуру "шапки" программы ЧПУ для токарной обработки:

Программный код	Комментарий
N10 G0 G153 X200 Z500 T0 D0	; Отвести инструментальный суппорт до поворота инструментального револьвера.
N20 T5	; Повернуть инструмент 5.
N30 D1	; Активировать блок данных резцов инструмента.
N40 G96 S300 LIMS=3000 M4 M8	; Постоянная скорость резания (v_c) = 300 м/мин, ограничение числа оборотов = 3000 об/мин, левое направление вращения, охлаждение вкл.
N50 DIAMON	; Ось X программируется в диаметре.
N60 G54 G18 G0 X82 Z0.2	; Вызвать смещение нулевой точки и рабочую плоскость, подвести в стартовую позицию.
...	

"Шапка" программы при фрезеровании

Пример ниже показывает типичную структуру "шапки" программы ЧПУ для фрезерной обработки:

Программный код	Комментарий
N10 T="SF12"	; альтернатива: T123
N20 M6	; Запустить смену инструмента
N30 D1	; Активировать блок данных резцов инструмента
N40 G54 G17	; Смещение нулевой точки и рабочая плоскость
N50 G0 X0 Y0 Z2 S2000 M3 M8	; Движение подвода к детали, шпиндель и СОЖ вкл
...	

Если работа осуществляется с ориентацией инструмента / трансформацией координат, то в начале программы необходимо отключить возможно еще активные трансформации:

Программный код	Комментарий
N10 CYCLE800()	; Сброс повернутой плоскости

4.3 "Шапка" программы

Программный код	Комментарий
N20 TRAFOOF	; Сброс TRAORI, TRANSMIT, TRACYL, ...
...	

4.4 Примеры программы

4.4.1 Пример 1: Первые шаги программирования

Пример программы 1 служит для выполнения и проверки первых шагов программирования на ЧПУ.

Принцип действия

1. Создание новой программы обработки детали (имя)
2. Редактирование программы обработки детали
3. Выбор программы обработки детали
4. Активировать покадровую обработку
5. Запуск программы обработки детали

Литература:

Руководство оператора к имеющемуся интерфейсу

Примечание

Для того, чтобы программа работала на станке, должны быть правильно установлены машинные данные (→ изготовитель станка!).

Примечание

При проверке программы могут возникать ошибки. Сначала необходимо сбросить эти ошибки.

Пример программы 1

Программный код	Комментарий
N10 MSG ("ЭТО МОЯ ПРОГРАММА ЧПУ")	; Вывести сообщение "ЭТО МОЯ ПРОГРАММА ЧПУ" в строке сообщений
N20 F200 S900 T1 D2 M3	; Подача, шпиндель, инструмент, коррекция инструмента, шпиндель вправо
N30 G0 X100 Y100	; Подвод к позиции ускоренным ходом
N40 G1 X150	; Прямоугольник с подачей, прямая в X
N50 Y120	; Прямая в Y
N60 X100	; Прямая в X
N70 Y100	; Прямая в Y
N80 G0 X0 Y0	; Отвод ускоренным ходом
N100 M30	; Конец кадра

4.4.2 Пример 2: Программа ЧПУ для токарной обработки

Пример программы 2 предназначен для обработки детали на токарном станке. Он содержит программирование радиуса и коррекцию радиуса инструмента.

Примечание

Для того, чтобы программа работала на станке, должны быть правильно установлены машинные данные (→ изготовитель станка!).

Габаритный чертеж детали

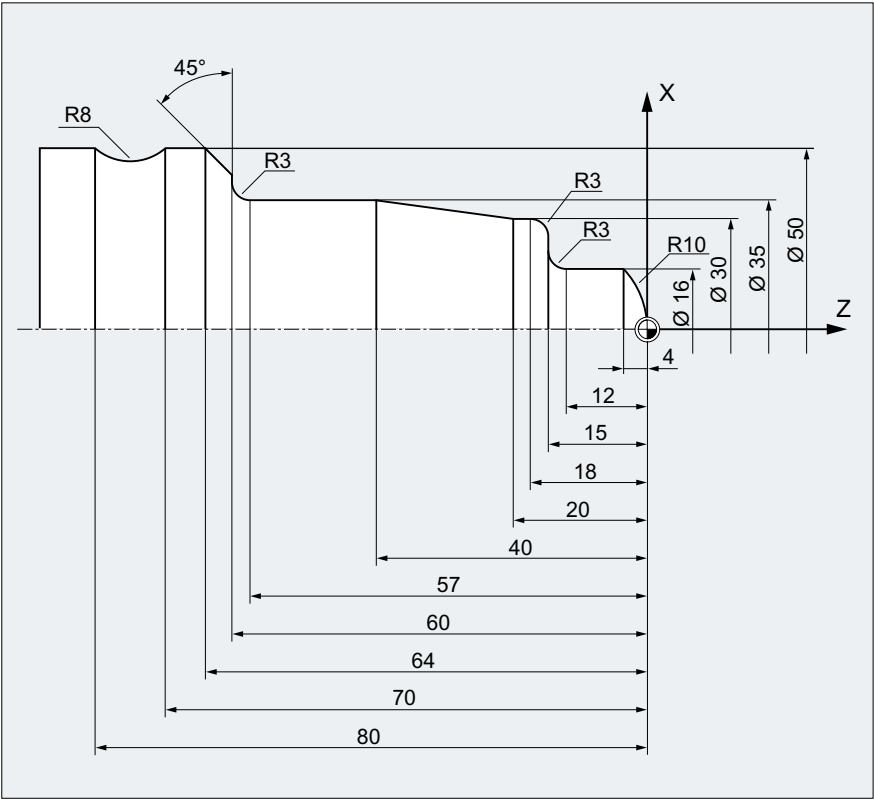


Рисунок 4-1 Вид сверху

Пример программы 2

Программный код	Комментарий
N5 G0 G53 X280 Z380 D0	; Стартовая точка
N10 TRANS X0 Z250	; Смещение нулевой точки
N15 LIMS=4000	; Ограничение скорости (G96)
N20 G96 S250 M3	; Выбор постоянной скорости резания
N25 G90 T1 D1 M8	; Выбор инструмента и коррекции
N30 G0 G42 X-1.5 Z1	; Подвод инструмента в рабочее положение с коррекцией радиуса инструмента

Программный код	Комментарий
N35 G1 X0 Z0 F0.25	
N40 G3 X16 Z-4 I0 K-10	; Обтачивание радиуса 10
N45 G1 Z-12	
N50 G2 X22 Z-15 CR=3	; Обтачивание радиуса 3
N55 G1 X24	
N60 G3 X30 Z-18 I0 K-3	; Обтачивание радиуса 3
N65 G1 Z-20	
N70 X35 Z-40	
N75 Z-57	
N80 G2 X41 Z-60 CR=3	; Обтачивание радиуса 3
N85 G1 X46	
N90 X52 Z-63	
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9	; Отключение коррекции радиуса инструмента и подвод к точке смены инструмента
N100 T2 D2	; Вызов инструмента и выбор коррекции
N105 G96 S210 M3	; Выбор постоянной скорости резания
N110 G0 G42 X50 Z-60 M8	; Подвод инструмента в рабочее положение с коррекцией радиуса инструмента
N115 G1 Z-70 F0.12	; Обтачивание диаметра 50
N120 G2 X50 Z-80 I6.245 K-5	; Обтачивание радиуса 8
N125 G0 G40 X100 Z50 M9	; Отвод инструмента и выключение коррекции радиуса инструмента
N130 G0 G53 X280 Z380 D0 M5	; Переход к точке смены инструмента
N135 M30	; Конец программы

4.4.3

Пример 3: Программа ЧПУ для фрезерной обработки

Пример программы 3 предназначен для обработки детали на вертикальном фрезерном станке. Он содержит фрезерование поверхности и боковых сторон, а также сверление.

Примечание

Для того, чтобы программа работала на станке, должны быть правильно установлены машинные данные (→ изготовитель станка!).

Габаритный чертеж детали

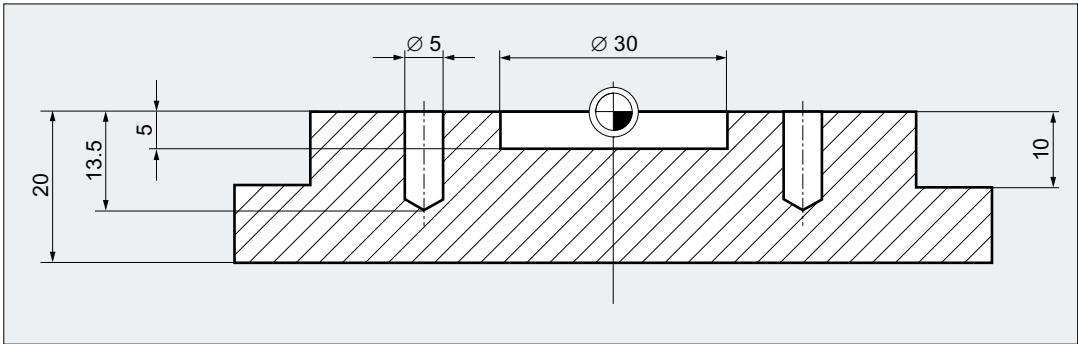


Рисунок 4-2 Вид сбоку

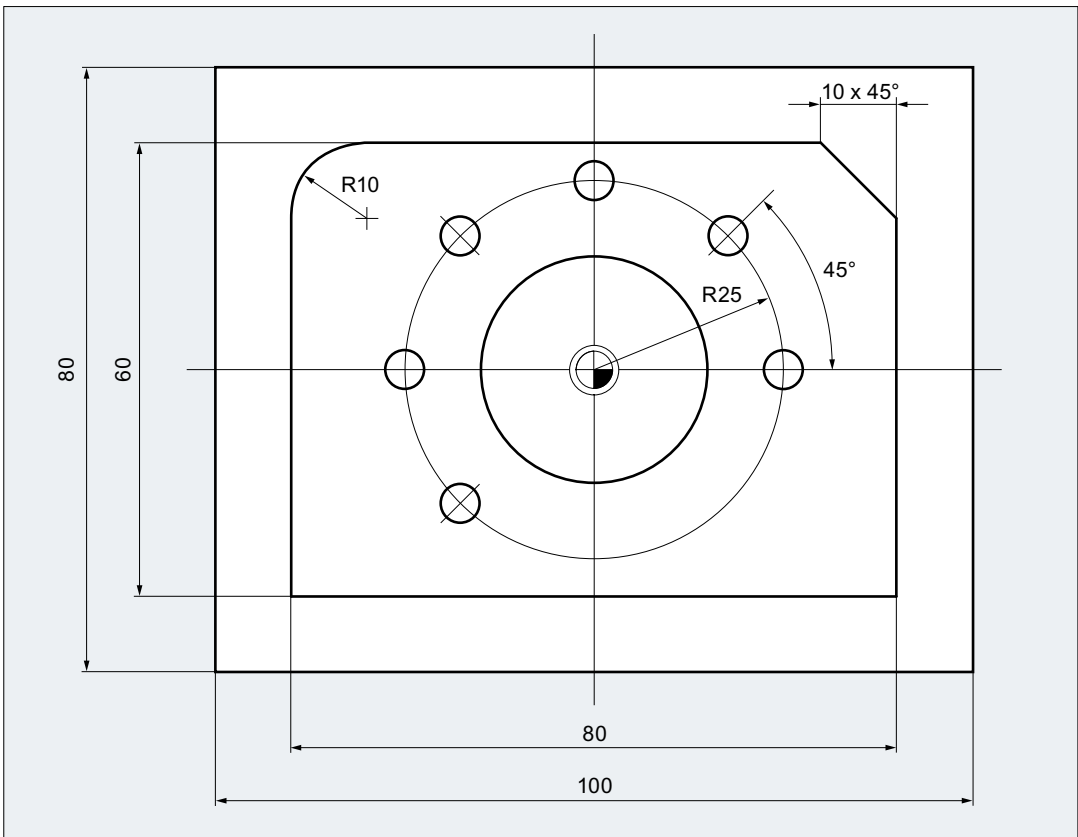


Рисунок 4-3 Вид сверху

Пример программы 3

Программный код	Комментарий
N10 T="PF60"	; Предварительный выбор инструмента с именем PF60 .
N20 M6	; Установить инструмент в шпиндель.
N30 S2000 M3 M8	; Число оборотов, направление вращения, охлаждение вкл.

Программный код	Комментарий
N40 G90 G64 G54 G17 G0 X-72 Y-72	; Первичные установки геометрии и подвод в стартовую точку.
N50 G0 Z2	; Ось Z на безопасное расстояние.
N60 G450 CFTCP	; Поведение при активной G41/G42.
N70 G1 Z-10 F3000	; Фреза на глубине контакта с подачей=3000мм/мин.
N80 G1 G41 X-40	; Включение коррекции радиуса фрезы.
N90 G1 X-40 Y30 RND=10 F1200	; Движение по контуру с подачей=1200мм/мин.
N100 G1 X40 Y30 CHR=10	
N110 G1 X40 Y-30	
N120 G1 X-41 Y-30	
N130 G1 G40 Y-72 F3000	; Выключение коррекции радиуса фрезы.
N140 G0 Z200 M5 M9	; Подъем фрезы, шпиндель + охлаждение выкл.
N150 T="SF10"	; Предварительный выбор инструмента с именем SF10.
N160 M6	; Установить инструмент в шпиндель.
N170 S2800 M3 M8	; Число оборотов, направление вращения, охлаждение вкл.
N180 G90 G64 G54 G17 G0 X0 Y0	; Первичные установки геометрии и подвод в стартовую точку.
N190 G0 Z2	
N200 POCKET4(2,0,1,-5,15,0,0,0,0,800,1300,0,21,5,,2,0.5)	; Вызов цикла фрезерования кармана.
N210 G0 Z200 M5 M9	; Подъем фрезы, шпиндель + охлаждение выкл.
N220 T="ZB6"	; Вызвать центровое сверло 6 мм.
N230 M6	
N240 S5000 M3 M8	
N250 G90 G60 G54 G17 X25 Y0	; Точный останов G60 из-за точного позиционирования.
N260 G0 Z2	
N270 MCALL CYCLE82(2,0,1,-2.6,,0)	; Модальный вызов цикла сверления.
N280 POSITION:	; Метка перехода для повторения.
N290 HOLES2(0,0,25,0,45,6)	; Образец позиции для схемы сверления.
N300 ENDLABEL:	; Конечный идентификатор для повторения.
N310 MCALL	; Сброс модального вызова.
N320 G0 Z200 M5 M9	
N330 T="SPB5"	; Вызвать спиральное сверло D5мм.
N340 M6	
N350 S2600 M3 M8	
N360 G90 G60 G54 G17 X25 Y0	
N370 MCALL CYCLE82(2,0,1,-13.5,,0)	; Модальный вызов цикла сверления.

4.4 Примеры программы

Программный код	Комментарий
N380 REPEAT POSITION	; Повторение описания позиции из центрования.
N390 MCALL	; Сброс цикла сверления.
N400 G0 Z200 M5 M9	
N410 M30	; Конец программы.

Смена инструмента

Тип смены инструмента

У цепных, дисковых и плоских магазинов процесс смены инструмента обычно подразделяется на два этапа:

1. С помощью команды Т выполняется поиск инструмента в магазине.
2. После с помощью команды М выполняется установка в шпиндель.

У револьверных магазинов на токарных станках смена инструмента, т.е. поиск и установка, выполняются только с помощью команды Т.

Примечание

Тип смены инструмента устанавливается через машинные данные (→ изготовитель станка).

Условия

При смене инструмента:

- Должны быть активированы сохраненные под одним номером D значения коррекции инструмента.
- Должна быть запрограммирована соответствующая рабочая плоскость (первичная установка: G18). Таким образом, обеспечивается согласование коррекции длин инструмента с надлежащей осью.

Управление инструментом (опция)

Программирование смены инструмента у станков с активным управлением инструментом (опция!) отличается от такового у станков без активного управления инструментом. Поэтому обе возможности описываются отдельно.

5.1 Смена инструмента без управления инструментом

5.1.1 Смена инструмента с командой T

С помощью программирования команды T осуществляется прямая смена инструмента.

Использование

На токарных станках с револьверным магазином.

Синтаксис

Выбор инструмента:

T<номер>

T=<номер>

T<n>=<номер>

Отмена выбора инструмента:

T0

T0=<номер>

Значение

T:	Команда для выбора инструмента, включая смену инструмента и активацию коррекции инструмента	
<n>:	Номер шпинделя как расширение адреса Примечание: Возможность программирования номера шпинделя как расширения адреса зависит от проектирования станка; → см. Указания изготовителя станка)	
<номер>:	Номер инструмента	
	Диапазон значений:	0 - 32000
T0:	Команда для выключения активного инструмента	

Пример

Программный код	Комментарий
N10 T1 D1	; Установка инструмента T1 и активация коррекции инструмента D1 .
...	
N70 T0	; Отключить инструмент T1 .
...	

5.1.2 Смена инструмента с M6

С помощью программирования команды T выбирается инструмент. Активация инструмента происходит только с M6 (включая коррекцию инструмента).

Использование

На фрезерных станках с цепными, дисковыми или плоскими магазинами.

Синтаксис

Выбор инструмента:

T<номер>

T=<номер>

T<n>=<номер>

Смена инструмента:

M6

Отмена выбора инструмента:

T0

T0=<номер>

Объяснение

T:	Команда выбора инструмента	
<n>:	Номер шпинделя как расширение адреса Примечание: Возможность программирования номера шпинделя как расширения адреса зависит от конфигурирования станка; → см. Указания изготовителя станка)	
<номер>:	Номер инструмента	
	Диапазон значений:	0 - 32000
M6:	Функция M для смены инструмента (согласно DIN 66025) С помощью M6 выбранный инструмент (T...) и коррекция инструмента (D...) активируются.	
T0:	Команда для выключения активного инструмента	

Пример

Программный код	Комментарий
N10 T1 M6	; Установка инструмента T1.
N20 D1	; Выбор коррекции длин инструмента.
N30 G1 X10 ...	; Работа с T1.
...	
N70 T5	; Предварительный выбор инструмента T5.
N80 ...	; Работа с T1.

5.1 Смена инструмента без управления инструментом

Программный код	Комментарий
...	
N100 M6	; Установка инструмента T5.
N110 D1 G1 X10 ...	; Работа с инструментом T5
...	

5.2 Смена инструмента с управлением инструментом (опция)

Управление инструментом

Опционная функция "Управление инструментом" обеспечивает наличие на станке в любое время надлежащего инструмента на правильном месте и соответствие относящихся к инструменту данных актуальной версии. Кроме этого, она обеспечивает быструю смену инструмента, не допускает брака посредством контроля времени использования инструмента, а также простоя станка посредством учета запасных инструментов.

Имена инструментов

На станке с активным управлением инструментом для однозначной идентификации инструментам должны быть присвоены имена и номера (к примеру, "Сверло", "3").

В этом случае инструмент может вызываться по имени, к примеру:

T="Сверло"

Примечание

Имя инструмента не должно содержать специальных символов.

5.2.1 Смена инструмента с помощью команды T при активном управлении инструментом (опция)

С помощью программирования команды T осуществляется прямая смена инструмента.

Использование

На токарных станках с revolverным магазином.

Синтаксис

Выбор инструмента:

T=<место>

T=<имя>

T<n>=<место>

T<n>=<имя>

Отмена выбора инструмента:

T0

Значение

T=:	Команда смены инструмента и активации коррекции инструмента В качестве данных возможны:	
	<место>:	Номер места в магазине
	<имя>:	Имя инструмента Примечание: при программировании имени инструмента обратить внимание на правильное написание (прописные/строчные буквы).
<n>:	Номер шпинделя как расширение адреса Примечание: Возможность программирования номера шпинделя как расширения адреса зависит от проектирования станка; → см. Указания изготовителя станка)	
T0:	Команда отключения инструмента (место в магазине свободно)	

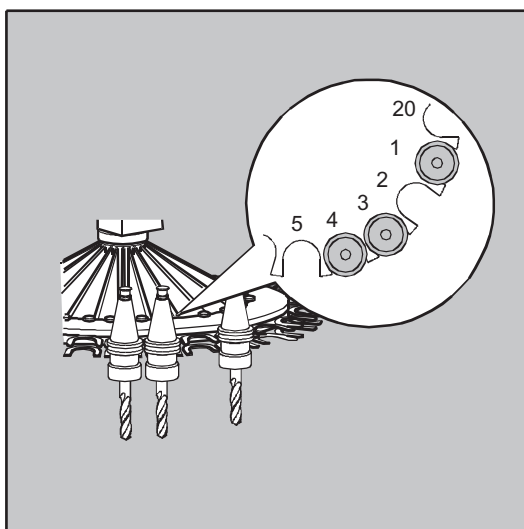
Примечание

Если в магазине инструмента выбранное место не занято, то команда инструмента действует как T0. Выбор не занятого места в магазине может использоваться для позиционирования свободного места.

Пример

Револьверный магазин имеет места с 1 по 20 со следующим распределением инструментов:

Место	Инструмент	Группа инструментов	Состояние
1	Сверло, номер гнезда = 1	T15	заблокировано
2	свободно		
3	Сверло, номер гнезда = 2	T10	разрешено
4	Сверло, номер гнезда = 3	T1	активен
5 ... 20	свободно		



В программе ЧПУ запрограммирован следующий вызов инструмента:

N10 T=1

Вызов обрабатывается следующим образом:

1. Рассматривается место в магазине 1 и при этом определяется идентификатор инструмента.
2. Управление инструментом определяет, что этот инструмент заблокирован и тем самым не может использоваться.
3. Поиск инструмента T="сверло" запускается согласно установленной стратегии поиска "Поиск активного инструмента", иначе использование следующего с большим номером гнезда."
4. В качестве готового к использованию инструмента найден:
"Сверло" номер гнезда 3 (на месте в магазине 4)

Тем самым выбор инструмента завершен и запускается смена инструмента.

Примечание

Для стратегии поиска "Использовать первый доступный инструмент из группы" необходимо определить последовательность в настраиваемой группе инструментов. В этом случае устанавливается группа T10, т.к. T15 заблокирована.

Согласно стратегии поиска "Берется первый инструмент со статусом 'активный' из группы" устанавливается T1.

5.2.2 Смена инструмента с помощью M6 при активном управлении инструментом (опция)

С помощью программирования команды T выбирается инструмент. Активация инструмента происходит только с M6 (включая коррекцию инструмента).

Использование

На фрезерных станках с цепными, дисковыми или плоскими магазинами.

Синтаксис

Выбор инструмента:

T=<место>

T=<имя>

T<n>=<место>

T<n>=<имя>

Смена инструмента:

M6

Отмена выбора инструмента:

T0

Значение

T=:	Команда выбора инструмента	
	В качестве данных возможны:	
	<место>:	Номер места в магазине
<n>:	<имя>:	Имя инструмента
	Примечание: при программировании имени инструмента обратить внимание на правильное написание (прописные/строчные буквы).	
<n>:	Номер шпинделя как расширение адреса Примечание: Возможность программирования номера шпинделя как расширения адреса зависит от проектирования станка; → см. Указания изготовителя станка)	
M6:	Функция M для смены инструмента (согласно DIN 66025) С помощью M6 выбранный инструмент (T...) и коррекция инструмента (D...) активируются.	
T0:	Команда отключения инструмента (место в магазине свободно)	

Примечание

Если в магазине инструмента выбранное место не занято, то команда инструмента действует как T0. Выбор не занятого места в магазине может использоваться для позиционирования свободного места.

Пример

Программный код	Комментарий
N10 T=1 M6	; Замена инструмента в месте 1 магазина.
N20 D1	; Выбор коррекции длин инструмента.
N30 G1 X10 ...	; Работа с инструментом T=1.

5.2 Смена инструмента с управлением инструментом (опция)

Программный код	Комментарий
...	
N70 T="Сверло"	; Предварительный выбор инструмента с именем "Сверло".
N80 ...	; Работа с инструментом T=1 .
...	
N100 M6	; Установка сверла.
N140 D1 G1 X10 ...	; Работа со сверлом.
...	

5.3 Поведение при неправильном программировании T

Поведение при неправильном программировании T зависит от конфигурирования станка:

MD22562 TOOL_CHANGE_ERROR_MODE		
Бит	Значение	Объяснение
7	0	Первичная установка! При программировании T сразу же проверяется, знает ли ЧПУ номер T. Если это не так, то появляется ошибка.
	1	Запрограммированный номер T проверяется только после выбора D. Если ЧПУ не знает номера T, то при выборе D сигнализируется ошибка. Такое поведение желательно тогда, когда программирование T, например, должно вызвать и позиционирование и данные инструмента для этого отсутствуют (револьверный магазин).

Коррекции инструмента

6.1 Общая информация по коррекциям инструмента

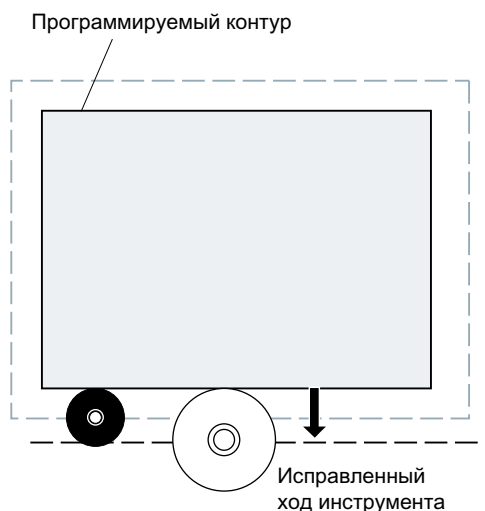
Программирование размеров детали осуществляется напрямую (к примеру, по рабочему чертежу). Поэтому при создании программы нет необходимости учитывать такие данные инструмента, как, к примеру, диаметр фрезы, положение кромок токарного резца (левый/правый токарный резец) и длины инструмента.

СЧПУ корректирует путь перемещения

При изготовлении детали управление путями перемещения инструмента в зависимости от соответствующей геометрии инструмента осуществляется таким образом, что с помощью любого используемого инструмента может быть изготовлен запрограммированный контур.

Для того, чтобы СЧПУ могла бы вычислить ходы инструмента, данные инструмента должны быть внесены в память коррекций инструмента СЧПУ. Через программу ЧПУ вызывается только необходимый инструмент (Т . . .) и необходимый блок данных коррекции (D . . .).

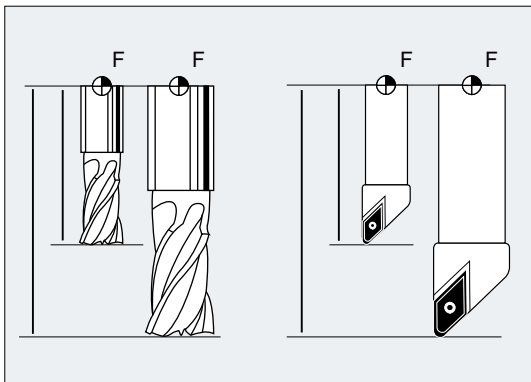
СЧПУ при обработке программы получает необходимые данные коррекции из памяти коррекции инструмента и индивидуально исправляет для различных инструментов траекторию инструмента:



6.2 Коррекция длин инструмента

С помощью коррекции длин инструмента компенсируются разницы длин между используемыми инструментами.

Длиной инструмента является расстояние от исходной точки инструментального суппорта до острия инструмента:



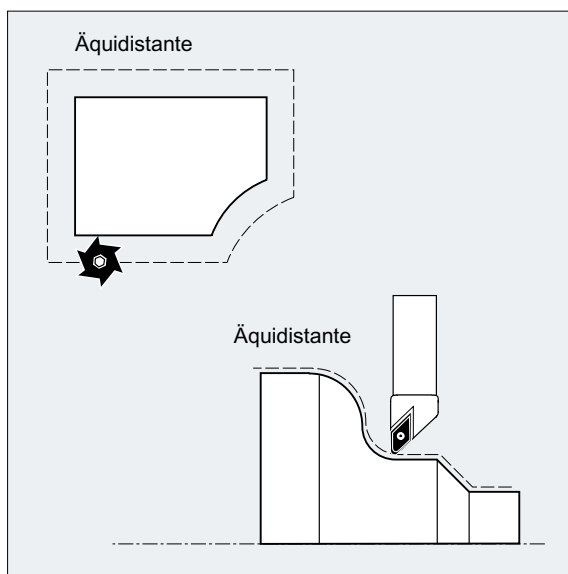
Эта длина измеряется и вместе с задаваемыми значениями износа вводится в память коррекции инструмента СЧПУ. Из них СЧПУ вычисляет движения перемещения в направлении подачи.

Примечание

Значение коррекции длины инструмента зависит от ориентации инструмента в пространстве.

6.3 Коррекция радиуса инструмента

Контур и ход инструмента не идентичны. Центр фрезы или кромки резца должен перемещаться по эквидистанте к контуру в соответствии с радиусом инструмента (траектория центра инструмента). Для этого система управления во время выполнения программы смещает запрограммированную траекторию центра инструмента с учетом радиуса активного инструмента (память коррекций инструмента) таким образом, чтобы резец инструмента перемещался точно по запрограммированному контуру.



Коррекция радиуса инструмента детально описана в главе «Коррекции радиуса инструмента (Страница 267)».

См. также

Коррекция инструмента 2 1/2 D (CUT2D, CUT2DD, CUT2DF, CUT2DFD) (Страница 305)

6.4 Память коррекций инструмента

В памяти коррекций инструмента СЧПУ для каждого резца инструмента должны находиться следующие данные:

- Тип инструмента
- Положение резцов
- Геометрические размеры инструмента (длина, радиус)

Эти данные вносятся как параметры инструмента (макс. 25). Какие параметры необходимы для инструмента, зависит от типа инструмента. Ненужным параметрам инструмента присваивается значение "ноль" (соответствует системной предустановке).

Примечание

Однажды внесенные в память коррекции значения учитываются при каждом вызове инструмента.

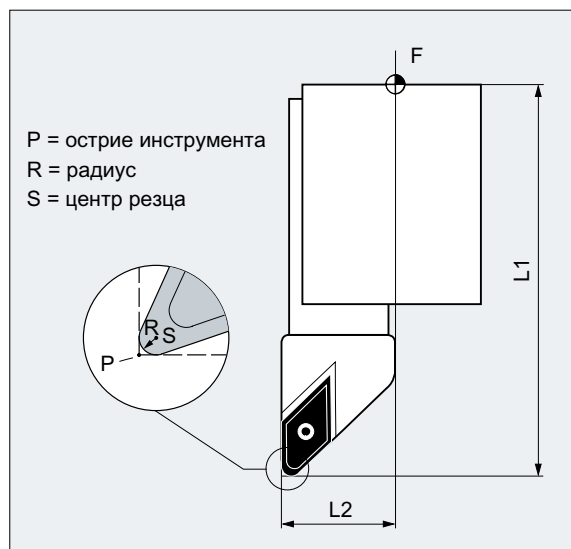
Тип инструмента

Тип инструмента (сверло или фреза или токарные инструменты) определяет, какие геометрические данные необходимы и как они вычисляются.

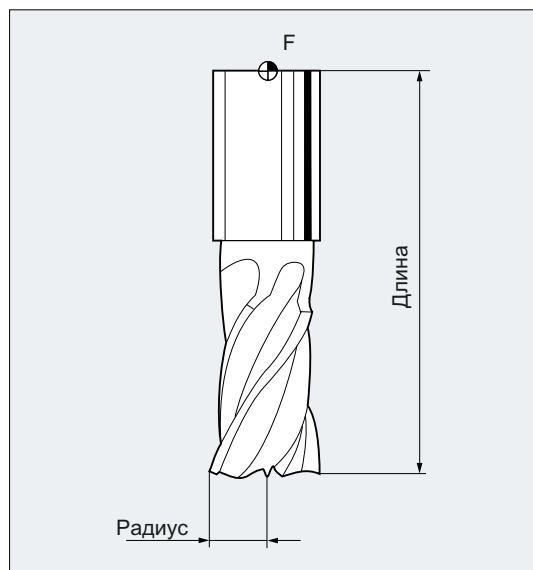
Положение резцов

Положение резца описывает положение острия инструмента P относительно центра резца S.

Положение резца вместе с радиусом резца необходимо для вычисления коррекции радиуса инструмента для токарных инструментов (тип инструмента 5xx).



Геометрические размеры инструмента (длина, радиус)



Геометрические размеры инструмента состоят из нескольких компонентов (геометрия, износ). Из компонентов СЧПУ вычисляет результирующую величину (к примеру, общая длина 1, общий радиус). Соответствующий общий размер начинает действовать при активации памяти коррекций.

Как эти значения будут пересчитаны в осях, определяет тип инструмента и актуальная плоскость (G17 / G18 / G19).

Литература

Описание функций "Основные функции"; коррекции инструмента (W1); глава: "Резец инструмента"

6.5 Типы инструментов

6.5.1 Общая информация по типам инструментов

Каждому типу инструмента присвоен однозначный 3-значный номер. По первой цифре (разряд сотен в числе) выполняется согласование инструмента с одной из следующих технологий или групп инструментов:

Тип инструмента	Группа инструментов
1ху	Фреза (Страница 74)
2ху	Сверло (Страница 76)
3ху	зарезервировано
4ху	Шлифовальные инструменты (Страница 77)
5ху	Токарные инструменты (Страница 78)
6ху	зарезервировано
7ху	Специальные инструменты (Страница 79)

6.5.2 Фрезерный инструмент

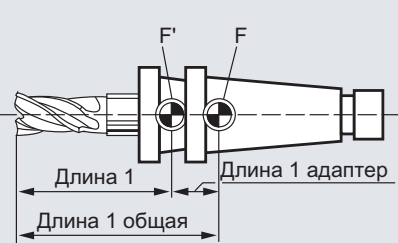
В группе инструментов "Фрезерные инструменты" существуют следующие типы инструментов:

100	Фрезерный инструмент согласно CLDATA (Cutter Location Data)
110	Концевая сферическая фреза (цилиндрическая зенковка)
111	Концевая сферическая фреза (коническая зенковка)
120	Концевая фреза (без закругления углов)
121	Концевая фреза (с закруглением углов)
130	Угловая фреза (без закругления углов)
131	Угловая фреза (с закруглением углов)
140	Торцовая фреза
145	Резьбовая фреза
150	Дисковая фреза
151	Пила
155	Коническая фреза (без закругления углов)
156	Коническая фреза (с закруглением углов)
157	Коническая зенковка
160	Сверлильная резьбовая фреза

Параметры инструмента

На следующих рисунках показано, какие параметры инструмента (\$TC_DP<x>) вносятся в память коррекций для фрезерных инструментов:

Записи в Параметры инструмента	
DP1	1ху
DP3	Длина 1-геометрия
DP6	Радиус-геометрия
DP21	Длина-адаптер
Значения износа согласно требованиям	
Установить прочие значения на 0	
При G17, G18, G19 возможно фиксированное согласование, к примеру, длина1=X, длина2=Z, длина3=Y (см. /FB1/ W1 Корр.инстр.)	

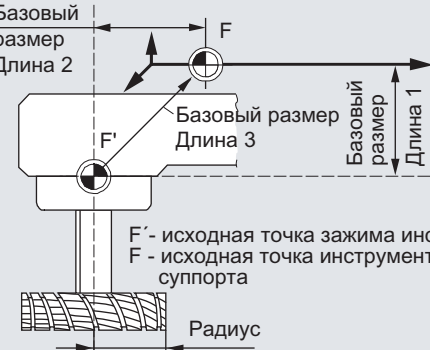


F-исходная точка адаптера (при вставленном инструменте=исходная точка инструментального суппорта)

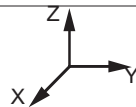
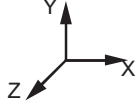
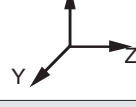
Действие	
G17:	Длина 1 в Z Радиус в X/Y
G18:	Длина 1 в Y Радиус в Z/X
G19:	Длина 1 в X Радиус в Y/Z

F' - исходная точка зажима инструмента

Записи в параметры инструмента	
DP1	1ху
DP3	Длина 1-геометрия
DP6	Радиус-геометрия
DP21	Длина 1 -базовая
DP22	Длина 2 -базовая
DP23	Длина 3 -базовая
Значения износа согласно требованиям	
Установить прочие значения на 0	
При G17, G18, G19 возможно фиксированное согласование, к примеру, длина 1=X, длина 2=Z, длина 3=Y (см. /FB1/ W1 Коррекция инструмента)	



F' - исходная точка зажима инструмента
F - исходная точка инструментального суппорта

Действие		
G17:	Длина 1 в Z Длина 2 в Y Длина 3 в X Радиус/КРИ в X/Y	
G18:	Длина 1 в Y Длина 2 в X Длина 3 в Z Радиус/КРИ в Z/X	
G19:	Длина 1 в X Длина 2 в Z Длина 3 в Y Радиус/КРИ в Y/Z	

Литература

Коррекция инструмента

Описание функций "Основные функции"; Коррекция инструмента (W1)

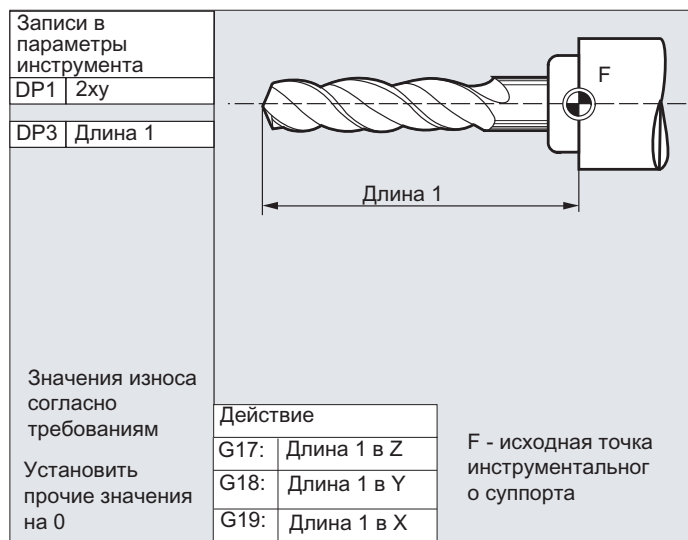
6.5.3 Сверло

В группе инструментов "Сверло" представлены следующие типы инструментов:

200	Спиральное сверло
205	Сплошное сверло
210	Расточная оправка
220	Центровое сверло
230	Коническая зенковка
231	Цековка
240	Метчик основной резьбы
241	Метчик точной резьбы
242	Метчик резьбы Withworth
250	Развертка

Параметры инструмента

На следующем рисунке показано, какие параметры инструмента (\$TC_DP<x>) вносятся в память коррекций для сверл:



Литература

Коррекция инструмента

Описание функций "Основные функции"; Коррекция инструмента (W1)

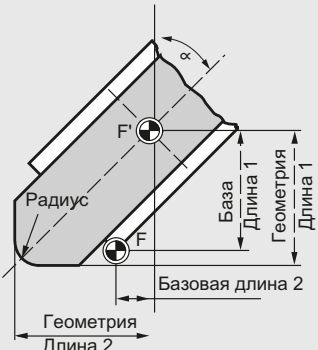
6.5.4 Шлифовальный инструмент

В группе инструментов "Шлифовальный инструмент" представлены следующие типы инструментов:

400	Периферийный шлифовальный круг
401	Периферийный шлифовальный круг с контролем
402	Периферийный шлифовальный круг без контроля без базового размера (ТМ)
403	Периферийный шлифовальный круг с контролем без базового размера для окружной скорости круга SUG
410	Планшайба
411	Планшайба (управление инструментом) с контролем
412	Планшайба (управление инструментом) без контроля
413	Планшайба с контролем без базового размера для окружной скорости круга SUG
490	Правящий инструмент

Параметры инструмента

На следующем рисунке показано, какие параметры инструмента (\$TC_DP<x>) вносятся в память коррекций для шлифовальных инструментов:

Записи в параметры инструмента		TPG1	Номер шпинделя
DP1	403	TPG2	Правило связи
DP2	Положение *	TPG3	Мин. радиус круга
DP3	Длина 1	TPG4	Мин. ширина круга
DP4	Длина 2	TPG5	Актуальная ширина круга
DP6	Радиус	TPG6	Макс. скорость
		TPG7	Макс. окружная скорость
* Положение резцов Значения износа согласно требованиям Установить прочие значения на 0		TPG8	Угол наклонного круга
		TPG9	Параметр-Nr.д.расч.радиуса
		F: исходная точка инструментального суппорта	
Действие			
G17:	Длина 1 в Y Длина 2 в X Радиус в X/Y		
G18:	Длина 1 в X Длина 2 в Z Радиус в Z/X		
G19:	Длина 1 в Z Длина 2 в Y Радиус в Y/Z		

Литература

Коррекция инструмента

Описание функций "Основные функции"; Коррекция инструмента (W1)

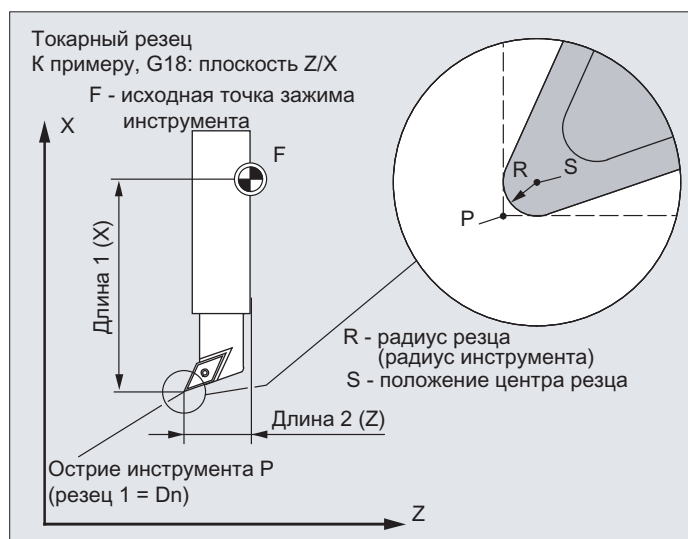
6.5.5 Токарный инструмент

В группе инструментов "Токарные инструменты" представлены следующие типы инструментов:

500	Обдирочный резец
510	Чистовой резец
520	Прорезной резец
530	Отрезной резец
540	Резьбовой резец
550	Фигурный резец / профильный резец (управление инструментом)
560	Коловорот (ECOCUT)
580	Измерительный щуп с параметром положения резцов

Параметры инструмента

На следующих рисунках показано, какие параметры инструмента (\$TC_DP<x>) вносятся в память коррекций для токарных инструментов:





Литература

Коррекция инструмента

Описание функций "Основные функции"; Коррекция инструмента (W1)

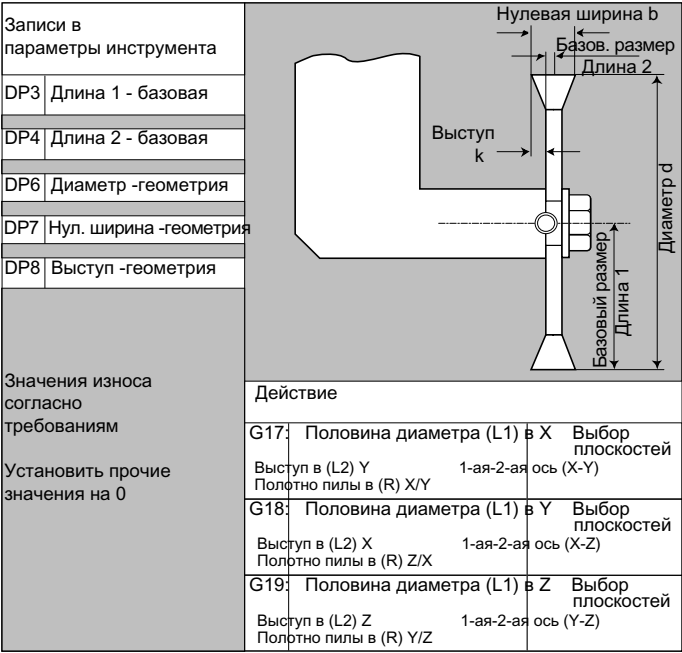
6.5.6 Специальный инструмент

В группе инструментов "Специальные инструменты" представлены следующие типы инструментов:

700	Пазовая пила
710	Измерительный щуп 3D
711	Контурный щуп
712	Монощуп
713	L-образный щуп
714	Звездообразный щуп
725	Калибровочный инструмент
730	Упор
731	Пинополь
732	Люднет

Параметры инструмента: Пазовая пила

На следующем рисунке показано, какие параметры инструмента (\$TC_DP<x>) вносятся в память коррекций для инструмента "Пазовая пила":



Литература

Коррекция инструмента

Описание функций "Основные функции"; Коррекция инструмента (W1)

Измерительный щуп

Руководство по программированию "Измерительные циклы"

6.5.7 Правило связи

Коррекции длин "геометрия", "износ" и "базовый размер" могут быть соответственно связаны для левой и правой коррекции круга, т.е. при изменении коррекции длин для левого резца значения автоматически вносятся и для правого резца и наоборот.

Литература

Описание функций "Расширенные функции"; Шлифование (W4)

6.6 Вызов коррекции инструмента (D)

С 1 по 8 (при активном управлении инструментом 12) резцом одного инструмента могут быть согласованы различные блоки данных коррекции инструмента (к примеру, различные значения коррекции для левой и правой кромки у прорезного резца).

Активация параметров коррекции (среди них данные для коррекции длин инструмента) специального резца осуществляется через вызов номера D. При программировании D0 коррекции для инструмента не действуют.

Коррекция радиуса инструмента должна быть включена дополнительно через G41 / G42.

Примечание

Коррекции длин инструмента действует, если запрограммирован номер D. Если номер D не запрограммирован, то при смене инструмента активна определенная через машинные данные стандартная установка (→ см. Указания изготовителя станка).

Синтаксис

Активация блока данных коррекции инструмента:

D<номер>

Активация коррекции радиуса инструмента:

G41 ...

G42 ...

Деактивация коррекций инструмента:

D0

G40

Значение

D:	Команда активации блока данных коррекции для активного инструмента Коррекция длин инструмента выводится при первом запрограммированном перемещении соответствующей оси коррекции длин. Внимание: Коррекция длин инструмента действует и без программирования D, если для смены инструмента сконфигурирована автоматическая активация резца инструмента (→ См. Указания изготовителя станка).	
<номер>:	Через параметр <номер> указывается активируемый блок данных коррекции инструмента. Тип программирования D зависит от проектирования станка (см. абзац "Тип программирования D").	
	Диапазон значений:	0 - 32000
D0:	Команда деактивации блока данных коррекции для активного инструмента	
G41:	Команда включения коррекции радиуса инструмента с направлением обработки слева от контура	

G42:	Команда включения коррекции радиуса инструмента с направлением обработки справа от контура
G40:	Команда отключения коррекции радиуса инструмента

Примечание

Коррекция радиуса инструмента подробно описана в главе "Коррекции радиуса инструмента".

Тип программирования D

Тип программирования D устанавливается через машинные данные.

Существуют следующие возможности:

- Номер D = номер резца
Для каждого инструмента T<номер> (без управления инструментом) или T="имя" (с управлением инструментом) существуют номера D от 1 до макс. 12. Эти номера D напрямую присвоены резцам инструментов. Для каждого номера D (= номер резца) существует блок данных коррекции (\$TC_DPx[t,d]).
- Свободный выбор номеров D
Номера D могут свободно согласовываться с номерами резцов инструмента. Верхняя граница используемых номеров D установлена через машинные данные.
- Абсолютные номера D без связи с номером T
В системах без управления инструментом можно выбрать независимость номера D от номера T. Отношение номера T, резца и коррекции через номер D определяет пользователь. Диапазон номеров D лежит между 1 и 32000.

Литература:

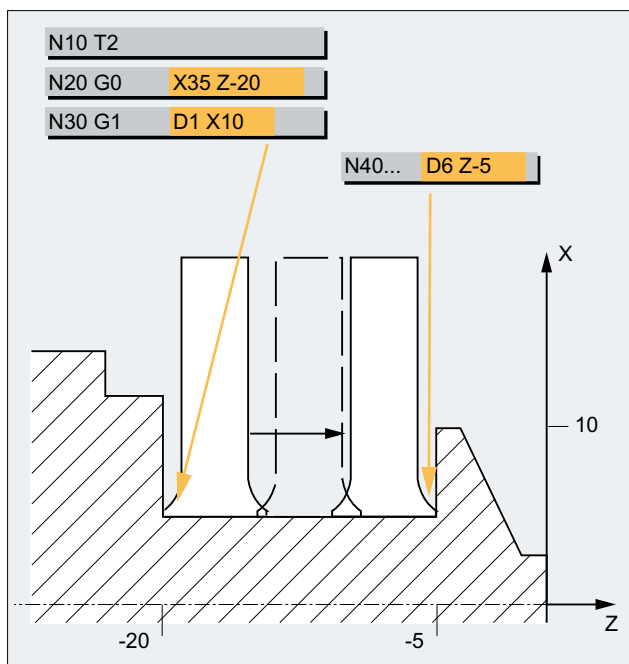
Описание функций "Основные функции"; Коррекция инструмента (W1)

Описание функций "Управление инструментом"; глава: "Варианты согласования номеров D"

Примеры**Пример 1: Смена инструмента с командой T (токарная обработка)**

Программный код	Комментарий
N10 T1 D1	; Установить инструмент T1 и активировать блок данных коррекции инструмента D1 из T1.
N11 G0 X... Z...	; Выводятся коррекции длин.
N50 T4 D2	; Установить инструмент T4 и активировать блок данных коррекции инструмента D2 из T4.
...	
N70 G0 Z... D1	; Активировать другой резец D1 для инструмента T4.

Пример 2: Разные значения коррекции для левой и правой кромки прорезного резца



6.7 Изменение данных коррекции инструмента

Активность

Изменение данных коррекции инструмента начинает действовать после повторного программирования T или D.

Активация данных коррекции инструмента без задержки

Через следующие машинные данные можно установить, что соответствующие данные коррекции инструмента будут активированы сразу же:

MD9440 \$MM_ACTIVATE_SEL_USER



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Опасность столкновений

Если MD9440 установлены, то коррекции инструмента, возникшие из-за изменений данных коррекции инструмента **при останове программы обработки детали**, выводятся при продолжении программы обработки детали.

6.8 Программируемое смещение коррекции инструмента (TOFFL, TOFF, TOFFR)

С помощью команд `TOFFL/TOFF` и `TOFFR` пользователь может в программе ЧПУ изменить эффективную длину инструмента или эффективный радиус инструмента, не изменяя находящиеся в памяти коррекций данные коррекции инструмента.

При завершении программы эти запрограммированные смещения снова удаляются.

Смещение длины инструмента

Запрограммированные смещения длин инструмента, в зависимости от типа программирования, согласуются либо с находящимися в памяти коррекций компонентами длин инструмента L1, L2 и L3 (`TOFFL`), либо с геометрическими осями (`TOFF`). В соответствии с этим запрограммированные смещения обрабатываются при смене плоскости (`G17/G18/G19` ↔ `G17/G18/G19`):

- Если значения смещения согласованы с компонентами длин инструмента, то направления, в которых действуют запрограммированные смещения, соответственно изменяются.
- Если значения смещения согласованы с гео-осями, то смена плоскостей не влияет на согласование касательно осей координат.

Смещение радиуса инструмента

Для программирования смещения радиуса инструмента имеется команда `TOFFR`.

Синтаксис

Смещение длин инструмента:

```
TOFFL=<значение>  
TOFFL [ 1 ] =<значение>  
TOFFL [ 2 ] =<значение>  
TOFFL [ 3 ] =<значение>  
TOFF [ <гео-ось> ] =<значение>
```

Смещение радиуса инструмента:

```
TOFFR=<значение>
```

Объяснение

TOFFL:	Команда для коррекции эффективной длины инструмента TOFFL может быть запрограммирована с или без индекса: - Без индекса: TOFFL= Запрограммированное значение смещения действует в направлении, в котором действует и находящийся в памяти коррекций компонент длин инструмента L1. - С индексом: TOFFL[1]=, TOFFL[2]= или TOFFL[3]= Запрограммированное значение смещения действует в направлении, в котором действует и находящийся в памяти коррекций компонент длин инструмента L1, L2 или L3. Команды TOFFL и TOFFL[1] идентичны по своему действию. Примечание: Как значения коррекции длин инструмента будут пересчитаны в осях, определяет тип инструмента и текущая плоскость (G17 / G18 / G19).	
TOFF:	Команда для коррекции длины инструмента в компоненте, параллельном указанной гео-оси TOFF действует в направлении компонента длин инструмента, который у не повернутого инструмента (ориентируемый инструментальный суппорт или трансформация ориентации) действует параллельно указанной в индексе <гео-оси>. Примечание: Фрейм не влияет на согласование запрограммированных значений с компонентами длин инструмента, т. е. для согласования компонентов длин инструмента с гео-осями в основу кладется не система координат детали (WCS), а система координат инструмента в первичной установке инструмента.	
<гео-ось>:	Идентификатор гео-оси	
TOFFR:	Команда для коррекции эффективного радиуса инструмента TOFFR изменяет эффективный радиус инструмента при активной коррекции радиуса инструмента на запрограммированное значение смещения.	
<значение>:	Значение смещения для длины или радиуса инструмента	
	Тип:	REAL

Примечание

Команда TOFFR по своему действию практически идентична команде OFFN(см. "Коррекция радиуса инструмента (Страница 267)"). Разница возникает лишь при активной криволинейной трансформации боковой поверхности (TRACYL) и активной коррекции стенки паза. В этом случае OFFN действует с отрицательным знаком на радиус инструмента, TOFFR, напротив, с положительным знаком.

OFFN и TOFFR могут действовать одновременно. В этом случае они, как правило, действуют аддитивно (за исключением случая коррекции стенки паза).

Дополнительные синтаксические правила

- Длина инструмента может быть изменена одновременно во всех трех компонентах. Но в одном кадре не могут одновременно использоваться команды группы TOFFL/TOFFL[1..3] с одной стороны и группы TOFF[<гео-ось>] с другой стороны. Также в одном кадре не могут быть одновременно записаны TOFFL и TOFFL[1].
- Если в кадре программируются не все три компонента длин инструмента, то не запрограммированный компонент остается без изменений. Благодаря этому возможно покадровое составление коррекций для нескольких компонентов. Но это действует только до тех пор, пока компоненты инструмента изменяются только с TOFFL или только с TOFF. Смена типа программирования с TOFFL на TOFF или наоборот сначала удаляет все возможно запрограммированные ранее смещения длин инструмента (см. пример 3).

Граничные условия

- **Обработка установочных данных**
При согласовании запрограммированных значений смещения с компонентами длин инструмента обрабатываются следующие установочные данные:
SD42940 \$SC_TOOL_LENGTH_CONST (смена компонентов длин инструмента при смене плоскости)
SD42950 \$SC_TOOL_LENGTH_TYPE (согласование компонентов длин инструмента независимо от типа инструмента)
Если у этих установочных данных есть действительные значения, отличные от 0, то они имеют приоритет перед содержанием группы G-команд 6 (выбор плоскостей G17 - G19) или перед указанным в данных инструмента типом инструмента (\$TC_DP1[<T-Nr.>, <D-Nr.>]), т. е. эти установочные данные влияют на нормирование смещений так же, как и компоненты длин инструмента от L1 до L3.
- **Смена инструмента**
Все значения смещений сохраняются при смене инструмента (смене резцов), т. е. они продолжают действовать и при новом инструменте (новом резце).

Примеры

Пример 1: Положительное смещение длины инструмента

Активным инструментом является сверло с длиной L1 = 100 мм.

Активной плоскостью является G17, т. е. сверло указывает в направлении Z.

Эффективная длина сверла должна быть увеличена на 1 мм. Для программирования этого смещения длины инструмента существуют следующие варианты:

TOFFL=1

или

TOFFL[1]=1

или

TOFF[Z]=1

Пример 2: Отрицательное смещение длины инструмента

Активным инструментом является сверло с длиной L1 = 100 мм.

Активной плоскостью является G18, т. е. сверло указывает в направлении Y.

Эффективная длина сверла должна быть уменьшена на 1 мм. Для программирования этого смещения длины инструмента существуют следующие варианты:

TOFFL=-1

или

TOFFL[1]=-1

или

TOFF[Y]=1

Пример 3: Смена типа программирования с TOFFL на TOFF

Активным инструментом является фрезерный инструмент. Активной плоскостью является G17.

Программный код	Комментарий
N10 TOFFL[1]=3 TOFFL[3]=5	; Эффективные смещения: L1=3, L2=0, L3=5
N20 TOFFL[2]=4	; Эффективные смещения: L1=3, L2=4, L3=5
N30 TOFF[Z]=1.3	; Эффективные смещения: L1=0, L2=0, L3=1.3

Пример 4: Смена плоскостей

Программный код	Комментарий
N10 \$TC_DP1[1,1]=120	
N20 \$TC_DP3[1,1]=100	; Длина инструмента L1=100мм
N30 T1 D1 G17	
N40 TOFF[Z]=1.0	; Смещение в направлении Z (соответствует L1 при G17).
N50 G0 X0 Y0 Z0	; Позиция осей станка X0 Y0 Z101
N60 G18 G0 X0 Y0 Z0	; Позиция осей станка X0 Y100 Z1
N70 G17	
N80 TOFFL=1.0	; Смещение в направлении L1 (соответствует Z при G17).
N90 G0 X0 Y0 Z0	; Позиция осей станка X0 Y0 Z101.
N100 G18 G0 X0 Y0 Z0	; Позиция осей станка X0 Y101 Z0.

В этом примере при смене на G18 в кадре N60 сохраняется смещение в 1 мм в оси Z, эффективная длина инструмента в оси Y это длина инструмента в 100 мм без изменений.

В кадре N100 смещение при смене на G18 напротив действует в оси Y, т.к. при программировании оно было согласовано с длиной инструмента L1, и этот компонент длины при G18 действует в оси Y.

Дополнительная информация

Задачи

Функция "Программируемое смещение коррекции инструмента" особенно интересна для шаровой фрезы и фрезы с угловыми радиусами, т.к. они в системе CAM часто вычисляются на центре сферы, а не на вершине сферы. Но при измерении инструмента, как правило, измеряется острие инструмента и в качестве длины инструмента помещается в память коррекций.

Системные переменные для чтения актуальных значений смещения

6.8 Программируемое смещение коррекции инструмента (TOFFL, TOFF, TOFFR)

Актуальные действующие смещения могут быть считаны с помощью следующих системных переменных:

Системная переменная		Значение
\$P_TOFFL [<n>]	где $0 \leq n \leq 3$	Считывает актуальное значение смещения TOFFL (при $n = 0$) или TOFFL[1 . . 3] (при $n = 1, 2, 3$) в контексте предварительной обработки.
\$P_TOFF [<гео-ось>]		Считывает актуальное значение смещения TOFF [<гео-ось>] в контексте предварительной обработки.
\$P_TOFFR		Считывает актуальное значение смещения TOFFR в контексте предварительной обработки.
\$AC_TOFFL [<n>]	где $0 \leq n \leq 3$	Считывает актуальное значение смещения TOFFL (при $n = 0$) или TOFFL[1 . . 3] (при $n = 1, 2, 3$) в контексте главного хода (синхронные действия).
\$AC_TOFF [<гео-ось>]		Считывает актуальное значение смещения TOFF [<гео-ось>] в контексте главного хода (синхронные действия).
\$AC_TOFFR		Считывает актуальное значение смещения TOFFR в контексте главного хода (синхронные действия).

Примечание

Системные переменные \$AC_TOFFL, \$AC_TOFF и AC_TOFFR при чтении из контекста предварительной обработки (программа ЧПУ) вызывают автоматическую остановку предварительной обработки.

Движение шпинделя

7.1 Число оборотов шпинделя (S), направление вращения шпинделя (M3, M4, M5)

Указание скорости и направления вращения запускают вращательное движение шпинделя и создают условие для обработки резаньем.

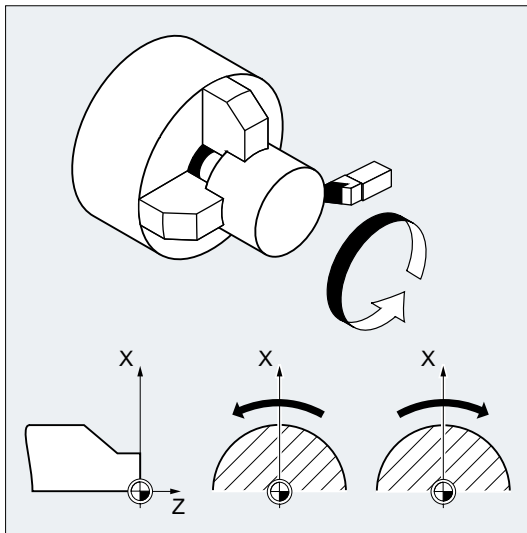


Рисунок 7-1 Движение шпинделя при токарной обработке

Наряду с главным шпинделем, возможно наличие и других шпинделей (к примеру, у токарных станков встречный шпиндель или вращающийся инструмент). Как правило, главный шпиндель назначается через машинные данные мастер-шпинделем. Назначение может быть изменено через команду ЧПУ.

Синтаксис

S... / S<n>=...

M3 / M<n>=3

M4 / M<n>=4

M5 / M<n>=5

SETMS (<n>)	
...	
SETMS	

Значение

S...:	Скорость шпинделя в оборотов/мин для мастер-шпинделя
S<n>=...:	Скорость шпинделя в оборотов/мин для шпинделя <n>
	Примечание: Указанная с S0... скорость относится к мастер-шпинделю.
M3:	Направление вращения шпинделя вправо для мастер-шпинделя
M<n>=3:	Правое направление вращения для шпинделя <n>
M4:	Направление вращения шпинделя влево для мастер-шпинделя
M<n>=4:	Левое направление вращения для шпинделя <n>
M5:	Остановка шпинделя для мастер-шпинделя
M<n>=5:	Остановка шпинделя для шпинделя <n>
SETMS (<n>):	Шпиндель <n> должен считаться мастер-шпинделем
SETMS:	SETMS без указания шпинделя выполняет возврат на сконфигурированный мастер-шпиндель

Примечание

На кадр ЧПУ могут быть запрограммированы макс. 3 значения S, к примеру:

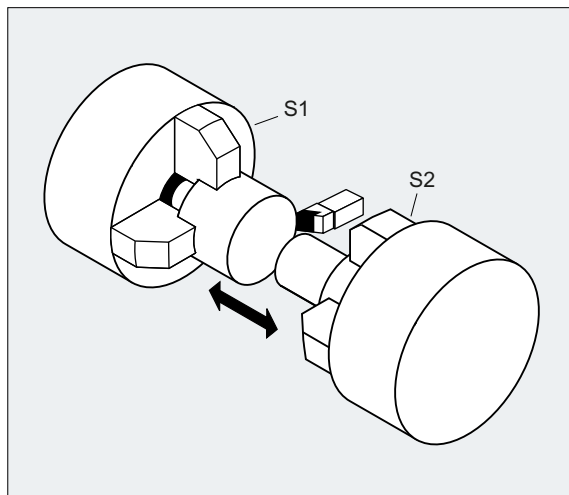
S... S2=... S3=...

Примечание

SETMS должна стоять в собственном кадре.

Пример

S1 это мастер-шпиндель, S2 это второй шпиндель изделия. Токарная деталь должна быть обработана с 2-х сторон. Для этого необходимо разделение рабочих операций. После отреза синхронное устройство (S2) принимает деталь для обработки со стороны отреза. Для этого этот шпиндель S2 определяется как мастер-шпиндель, теперь для него действует G95.



7.1 Число оборотов шпинделя (S), направление вращения шпинделя (M3, M4, M5)

Программный код	Комментарий
N10 S300 M3	; Скорость и направление вращения для приводного шпинделя = предустановленного мастер-шпинделя.
...	; Обработка правой стороны детали.
N100 SETMS (2)	; S2 теперь мастер-шпиндель.
N110 S400 G95 F...	; Скорость для нового мастер-шпинделя.
...	; Обработка левой стороны детали.
N160 SETMS	; Возврат к мастер-шпинделю S1.

Дополнительная информация

Интерпретация значения S для мастер-шпинделя

Если в группе G 1 (действующие модально команды движения) активна функция G331 или G332, то запрограммированное значение S всегда интерпретируется как скорость в оборотах/мин. В иных случаях интерпретация значения S зависит от группы G 15 (тип подачи): При активной G96, G961 или G962 значение S интерпретируется как постоянная скорость резания в м/мин, во всех других случаях как скорость в оборотах/мин.

При переключении с G96/G961/G962 на G331/G332 значение постоянной скорости резания устанавливается на ноль, при переключении с G331/G332 на функцию из группы G 1, отличную от G331/G332, значение скорости устанавливается на ноль. Соответствующие значения S при необходимости должны быть запрограммированы заново.

Предустановленные команды M3, M4, M5

В кадре с осевыми командами функции M3, M4, M5 включаются до запуска движений осей (первичная настройка СЧПУ).

Пример:

Программный код	Комментарий
N10 G1 F500 X70 Y20 S270 M3	; Шпиндель разгоняется до 270 об/мин, после осуществляются движения в X и Y.
N100 G0 Z150 M5	; Остановка шпинделя перед движением отвода в Z.

Примечание

Через машинные данные может быть установлено, будут ли осевые движения выполнены лишь после разгона шпинделя до заданной скорости или остановки шпинделя, или перемещение будет осуществляться сразу же после запрограммированных процессов переключения.

Работа с несколькими шпинделями

В одном канале одновременно может быть 5 шпинделей (мастер-шпиндель плюс 4 дополнительных шпинделя).

Один шпиндель определяется через машинные данные как **мастер-шпиндель**. Для этого шпинделя действуют специальные функции, как то, например, резьбонарезание, нарезание внутренней резьбы, окружная подача, время ожидания. Для прочих

7.1 Число оборотов шпинделя (S), направление вращения шпинделя (M3, M4, M5)

шпинделей (например, второго шпинделя изделия и вращающегося инструмента) для скорости и направления вращения/остановки шпинделя должны быть указаны соответствующие номера.

Пример:

Программный код	Комментарий
N10 S300 M3 S2=780 M2=4	; Мастер-шпиндель: 300 об/мин, правое вращение 2-й шпиндель: 780 об/мин, левое вращение

Программируемое переключение мастер-шпинделя

Через команду SETMS (<n>) в программе ЧПУ можно определить любой шпиндель мастер-шпинделем. SETMS должна стоять в собственном кадре.

Пример:

Программный код	Комментарий
N10 SETMS (2)	; Шпиндель 2 теперь мастер-шпиндель.

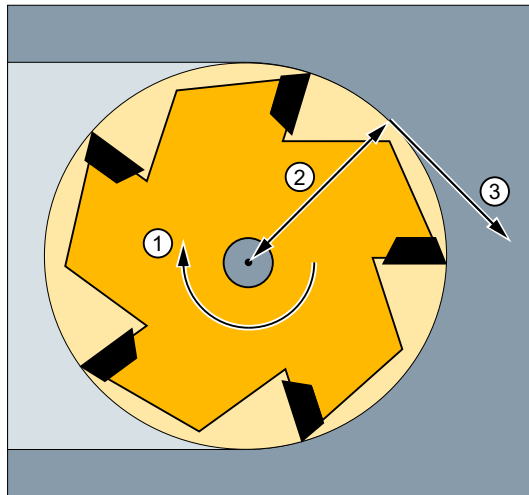
Примечание

Теперь для заново назначенного мастер-шпинделя действует указанная с S . . . скорость и запрограммированные с M3, M4, M5 функции.

С помощью SETMS без указания шпинделя осуществляется возврат к установленному в машинных данных мастер-шпинделю.

7.2 Скорость резания инструмента (SVC)

В качестве альтернативы к скорости шпинделя для фрезерных обработок может быть запрограммирована и более часто используемая на практике скорость резания инструмента:



- ① Скорость шпинделя
- ② Радиус инструмента
- ③ Скорость резания инструмента

Через радиус активного инструмента СЧПУ по запрограммированной скорости резания инструмента вычисляет действующую скорость шпинделя:

$$S = (SVC * 1000) / (R_{WKZ} * 2\pi)$$

где: S: скорость шпинделя в об/мин
 SVC: скорость резания инструмента в м/мин или футах/мин
 R_{WKZ} : радиус активного инструмента в мм

Тип (\$TC_DP1) активного инструмента не учитывается.

Запрограммированная скорость резания инструмента не зависит от подачи по траектории F, а также от группы G-функций 15 (тип подачи). Направление вращения и старт шпинделя осуществляются через M3 или M4, стоп шпинделя – через M5.

Изменение данных радиуса инструмента в памяти коррекций вступает в силу при следующем выборе коррекции инструмента или следующей актуализации активных данных коррекции.

Смена инструмента и включение/выключение блока данных коррекции инструмента приводят к новому вычислению действующей скорости шпинделя.

Условия

Для программирования скорости резания инструмента необходимы:

- геометрические отношения вращающегося инструмента (фрезерный или сверлильный инструмент)
- активный блок данных коррекции инструмента

7.2 Скорость резания инструмента (SVC)

Синтаксис

```
T... D... SVC [<n>]=<значение>
...
S... M3/M4
```

Объяснение

SVC:	Кодовое слово для программирования скорости резания инструмента	
[<n>]:	Номер шпинделя С помощью этого расширения адреса указывается, для какого шпинделя должна действовать запрограммированная скорость резания. Без расширения адреса данные всегда относятся к актуальному мастер-шпинделю. Примечание: Для каждого шпинделя может быть задана собственная скорость резания. Примечание: Программирование SVC без расширения адреса предполагает, что мастер-шпиндель имеет активный инструмент. При смене мастер-шпинделя пользователь должен выбрать соответствующий инструмент.	
<Value>:	Значение скорости резания инструмента	
	Единица:	м/мин (для G71/G710) или футов/мин (для G70/G700)
T... D...:	В кадре с SVC должен быть известен радиус инструмента. Это означает, что соответствующий инструмент и, в том числе, блок данных коррекции инструмента, должен быть активен или выбран в кадре. Последовательность SVC и выбора T/D при программировании в одном и том же кадре является произвольной.	
S... M3/M4:	Программирование скорости шпинделя ведет к выключению скорости резания инструмента. Указание: Возможно произвольное переключение между программированием SVC и S, в том числе при вращающемся шпинделе. Соответствующее не активное значение удаляется.	

Примечание

Программирование SVC невозможно при следующих активных движениях подачи шпинделя:

- Постоянная скорость резания: G96/G961/G962 S... (Страница 101)
- Постоянная окружная скорость круга: SUG (Страница 107)
- Позиционирование шпинделя: SPOS/SPOSA/M19 (Страница 123)
- Переключение мастер-шпинделя в осевой режим: M70 (Страница 123)

И наоборот, программирование одной из этих функций приводит к отмене SVC (скорость резания инструмента).

Примечание**Максимальная скорость инструмента**

Через системную переменную \$TC_TP_MAX_VELO[<номер T>] можно задать макс. скорость инструмента (скорость шпинделя).

Если граница скорости не определена, контроль не выполняется.

Примечание

Например, созданные через системы CAD траектории "стандартных инструментов", которые уже учитывают радиус инструмента и содержат только разницу со стандартным инструментом в радиусе резцов, не поддерживаются в комбинации с программированием SVC.

Примеры

Для всех примеров должно действовать: зажим инструмента = шпиндель (для стандартного фрезерования)

Пример 1: фреза с радиусом 6 мм

Программный код	Комментарий
N10 G0 X10 T1 D1	; Выбор фрезерного инструмента с, например, \$TC_DP6[1,1] = 6 (радиус инструмента = 6 мм)
N20 SVC=100 M3	; Скорость резания = 100 м/мин ⇒ полученная скорость шпинделя: $S = (100 \text{ м/мин} * 1000) / (6,0 \text{ мм} * 2 * 3,14) = 2653,93 \text{ об/мин}$
N30 G1 X50 G95 FZ=0,03	; SVC и подача на зуб
...	

Пример 2: выбор инструмента и SVC в одном и том же кадре

Программный код	Комментарий
N10 G0 X20	
N20 T1 D1 SVC=100	; Выбор блока данных инструмента и коррекции вместе с SVC в кадре (произвольная последовательность).
N30 X30 M3	; Старт шпинделя с правым направлением вращения, скорость резания 100 м/мин
N40 G1 X20 F0.3 G95	; SVC и окружная подача

Пример 3: задание скоростей резания для двух шпинделей

Программный код	Комментарий
N10 SVC[3]=100 M6 T1 D1	
N20 SVC[5]=200	; Радиус инструмента активной коррекции инструмента идентичен для обеих шпинделей, различная действующая скорость для шпинделя 3 и шпинделя 5.

Пример 4:

Допущения:

Мастер касательно смены инструмента определяется через зажим инструмента:

MD20124 \$MC_TOOL_MANAGEMENT_TOOLHOLDER > 1

При смене инструмента старая коррекция инструмента сохраняется, и только при программировании D активируется коррекция нового инструмента:

MD20270 \$MC_CUTTING_EDGE_DEFAULT = - 2

Программный код	Комментарий
N10 \$TC_MPP1[9998,1]=2	; Место в магазине это зажим инструмента
N11 \$TC_MPP5[9998,1]=1	; Место в магазине это зажим инструмента 1
N12 \$TC_MPP_SP[9998,1]=3	; Зажим инструмента 1 согласован со шпинделем 3
N20 \$TC_MPP1[9998,2]=2	; Место в магазине это зажим инструмента
N21 \$TC_MPP5[9998,2]=4	; Место в магазине это зажим инструмента 4
N22 \$TC_MPP_SP[9998,2]=6	; Зажим инструмента 4 согласован со шпинделем 6
N30 \$TC_TP2[2]="WZ2"	
N31 \$TC_DP6[2,1]=5.0	; Радиус = 5,0 мм из T2, коррекция D1
N40 \$TC_TP2[8]="WZ8"	
N41 \$TC_DP6[8,1]=9.0	; Радиус = 9,0 мм из T8, коррекция D1
N42 \$TC_DP6[8,4]=7.0	; Радиус = 7,0 мм из T8, коррекция D4
...	
N100 SETMTH(1)	; Установить номер мастер-зажима инструмента
N110 T="WZ2" M6 D1	; Устанавливается инструмент T2, и активируется коррекция D1.
N120 G1 G94 F1000 M3=3 SVC=100	; $S3 = (100 \text{ м/мин} * 1000) / (5,0 \text{ мм} * 2 * 3,14) = 3184,71 \text{ об/мин}$
N130 SETMTH(4)	; Установить номер мастер-зажима инструмента
N140 T="WZ8"	; Соответствует T8="WZ8"
N150 M6	; Соответствует M4=6
	Инструмент "WZ8" поступает в мастер-зажим инструмента, но из-за MD20270 = -2 остается активной старая коррекция инструмента.
N160 SVC=50	; $S3 = (50 \text{ м/мин} * 1000) / (5,0 \text{ мм} * 2 * 3,14) = 1592,36 \text{ об/мин}$ Коррекция зажима инструмента 1 еще активна, и он согласован со шпинделем 3.
N170 D4	; Активируется коррекция D4 нового инструмента "WZ8" (на зажиме инструмента 4).
N180 SVC=300	; $S6 = (300 \text{ м/мин} * 1000) / (7,0 \text{ мм} * 2 * 3,14) = 6824,39 \text{ об/мин}$ Шпиндель 6 согласован с зажимом инструмента 4.

Пример 5:

Допущения:

Шпиндели являются одновременно зажимами инструмента:

MD20124 \$MC_TOOL_MANAGEMENT_TOOLHOLDER = 0

При смене инструмента автоматически выбирается блок данных коррекции инструмента D4:

MD20270 \$MC_CUTTING_EDGE_DEFAULT = 4

Программный код	Комментарий
N10 \$TC_MPP1[9998,1]=2	; Место в магазине это зажим инструмента
N11 \$TC_MPP5[9998,1]=1	; Место в магазине это зажим инструмента 1 = шпиндель 1
N20 \$TC_MPP1[9998,2]=2	; Место в магазине это зажим инструмента
N21 \$TC_MPP5[9998,2]=3	; Место в магазине это зажим инструмента 3 = шпиндель 3
N30 \$TC_TP2[2]="WZ2"	
N31 \$TC_DP6[2,1]=5.0	; Радиус = 5,0 мм из T2, коррекция D1
N40 \$TC_TP2[8]="WZ8"	
N41 \$TC_DP6[8,1]=9.0	; Радиус = 9,0 мм из T8, коррекция D1
N42 \$TC_DP6[8,4]=7.0	; Радиус = 7,0 мм из T8, коррекция D4
...	
N100 SETMS(1)	; Шпиндель 1 = мастер-шпиндель
N110 T="WZ2" M6 D1	; Устанавливается инструмент T2, и активируется коррекция D1.
N120 G1 G94 F1000 M3 SVC=100	; $S1 = (100 \text{ м/мин} * 1000) / (5,0 \text{ мм} * 2 * 3,14) = 3184,71 \text{ об/мин}$
N200 SETMS(3)	; Шпиндель 3 = мастер-шпиндель
N210 M4 SVC=150	; $S3 = (150 \text{ м/мин} * 1000) / (5,0 \text{ мм} * 2 * 3,14) = 4777,07 \text{ об/мин}$ Относится к коррекции инструмента D1 из T="WZ2", S1 продолжает вращаться со старой скоростью.
N220 T="WZ8"	; Соответствует T8="WZ8"
N230 M4 SVC=200	; $S3 = (200 \text{ м/мин} * 1000) / (5,0 \text{ мм} * 2 * 3,14) = 6369,43 \text{ об/мин}$ Относится к коррекции инструмента D1 из T="WZ2".
N240 M6	; Соответствует M3=6 Инструмент "WZ8" поступает в мастер-шпиндель, коррекция инструмента D4 нового инструмента активируется.
N250 SVC=50	; $S3 = (50 \text{ м/мин} * 1000) / (7,0 \text{ мм} * 2 * 3,14) = 1137,40 \text{ об/мин}$ Коррекция D4 на мастер-шпинделе активна.
N260 D1	; Коррекция D1 нового инструмента "WZ8" активна.
N270 SVC[1]=300	; $S1 = (300 \text{ м/мин} * 1000) / (9,0 \text{ мм} * 2 * 3,14) = 5307,86 \text{ об/мин}$ $S3 = (50 \text{ м/мин} * 1000) / (9,0 \text{ мм} * 2 * 3,14) = 884,64 \text{ об/мин}$
...	

Дополнительная информация

Радиус инструмента

Следующие данные коррекции инструмента (активного инструмента) относятся к радиусу инструмента:

- \$TC_DP6 (радиус — геометрия)
- \$TC_DP15 (радиус — износ)
- \$TC_SCPx6 (коррекция для \$TC_DP6)
- \$TC_ECPx6 (коррекция для \$TC_DP6)

Не учитываются:

- Коррекции радиуса Online
- Припуск к запрограммированному контуру (OFFN)

Коррекция радиуса инструмента (G41/G42)

Коррекция радиуса инструмента (G41/G42) и SVC относятся к радиусу инструмента, но функционально не связаны и не зависят друг от друга.

Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона (G331, G332)

Программирование SVC возможно и в комбинации с G331 или G332.

Синхронные действия

Ввод SVC из синхронных действий невозможен.

Чтение скорости резания и вариантов программирования скорости шпинделя

Скорость резания шпинделя и варианты программирования скорости (скорость шпинделя S или скорость резания инструмента SVC) могут быть считаны через системные переменные:

- С остановкой предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

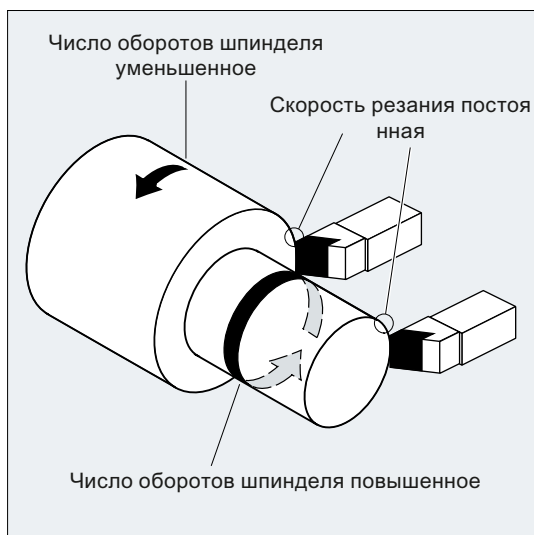
\$AC_SVC[<n>]	Скорость резания, которая действовала при подготовке актуального кадра главного хода для шпинделя с номером <n>.
\$AC_S_TYPE[<n>]	Вариант программирования скорости шпинделя, который действовал при подготовке актуального кадра главного хода для шпинделя с номером <n>.
Величи- Значение:	
на:	
1	Скорость шпинделя в об/мин
2	Скорость резания инструмента SVC в м/мин или футах/мин

- Без остановки предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

\$P_SVC[<n>]	Запрограммированная скорость резания для шпинделя <n>
\$P_S_TYPE[<n>]	Запрограммированный вариант программирования скорости шпинделя для шпинделя <n>
Величи- Значение:	
на:	
1	Скорость шпинделя в об/мин
2	Скорость резания инструмента SVC в м/мин или футах/мин

7.3 Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC)

При активной функции "Постоянная скорость резания" в зависимости от соответствующего диаметра детали скорость шпинделя изменяется таким образом, что скорость резания S в м/мин или футах/мин остается на резце инструмента постоянной.



Благодаря этому достигаются следующие преимущества:

- Равномерные поверхности после отточки и тем самым высокое качество поверхностей
- Щадящая для инструмента обработка

Синтаксис

Включение/выключение постоянной скорости резания для мастер-шпинделя:

```
G96/G961/G962 S...
...
G97/G971/G972/G973
```

Ограничение скорости для мастер-шпинделя:

```
LIMS=<значение>
LIMS [<шпиндель>]=<значение>
```

Другая ось отсчета для G96/G961/G962:

```
SCC [<ось>]
```

Примечание

SCC [<ось>] может быть запрограммирована отдельно или вместе с G96/G961/G962.

Объяснение

G96:	Окружная подача (как у G95 (Страница 109)) и постоянная скорость резания С G96 автоматически включается G95. Если до этого G95 не была включена, при вызове G96 необходимо указать новое значение подачи F....	
G961:	Линейная подача (как у G94 (Страница 109)) и постоянная скорость резания	
G962:	Линейная подача или окружная подача и постоянная скорость резания	
S...:	В комбинации с G96, G961 или G962 S... интерпретируется не как скорость шпинделя, а как скорость резания. Скорость резания всегда действует на мастер-шпиндель.	
	Единица:	м/мин (для G71/G710) или футов/мин (для G70/G700)
	Диапазон значений:	0,1 м/мин ... 9999 9999,9 м/мин
G97:	Окружная подача и постоянная скорость шпинделя (постоянная скорость резания ВЫКЛ.)	
G971:	Линейная подача и постоянная скорость шпинделя (постоянная скорость резания ВЫКЛ.)	
G972:	Линейная подача или окружная подача и постоянная скорость шпинделя (постоянная скорость резания ВЫКЛ.)	
G973:	Окружная подача без ограничения скорости шпинделя и постоянная скорость шпинделя (G97 без LIMS для режима ISO)	
	Указание: После G97 (или G971 ... G973) S... снова интерпретируется как скорость шпинделя в оборотах/мин. Если новая скорость шпинделя не указана, сохраняется последняя установленная через G96 (или G961 или G962) скорость.	
LIMS:	Ограничение скорости для мастер-шпинделя (действует только при активной G96/G961/G97) Для станков с переключаемыми мастер-шпинделями в одном кадре макс. для 4 шпинделей могут быть запрограммированы ограничения с различными значениями.	
	<шпиндель>:	Номер шпинделя
	<значение>:	Верхняя граница скорости шпинделя в оборотах/мин
SCC:	При активной функции G96/G961/G962 с помощью SCC[<ось>] любая гео-ось может быть назначена осью отсчета.	

Примечание

При первом выборе G96/G961/G962 необходимо ввести постоянную скорость резания S..., при повторном выборе G96/G961/G962 указание является опциональным.

Примечание

Запрограммированное посредством LIMS ограничение скорости вращения не должно превышать предельной скорости, запрограммированной посредством G26 или определенной в установочных данных.

7.3 Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC)

Примечание

Осью отсчета для G96/G961/G962 на момент программирования SCC[<ось>] должна быть известная в канале гео-ось. Программирование SCC[<ось>] возможно и при активной G96/G961/G962.

Примеры**Пример 1: Включение постоянной скорости резания с ограничением скорости**

Программный код	Комментарий
N10 SETMS (3)	
N20 G96 S100 LIMS=2500	; Постоянная скорость резания = 100 м/мин, макс. скорость = 2500 об/мин
...	
N60 G96 G90 X0 Z10 F8 S100 LIMS=444	; Макс. скорость = 444 об/мин

Пример 2: Задача ограничения скорости для 4 шпинделей

Устанавливаются ограничения скорости для шпинделя 1 (мастер-шпиндель) и шпинделей 2, 3 и 4:

Программный код
N10 LIMS=300 LIMS[2]=450 LIMS[3]=800
LIMS[4]=1500
...

Пример 3: Согласование оси Y при поперечной обработке с осью X

Программный код	Комментарий
N10 G18 LIMS=3000 T1 D1	; Ограничение скорости до 3000 об/мин
N20 G0 X100 Z200	
N30 Z100	
N40 G96 S20 M3	; Постоянная скорость резания 20 м/мин, зависит от оси X.
N50 G0 X80	
N60 G1 F1.2 X34	; Поперечная обработка в X с 1,2 мм/об.
N70 G0 G94 X100	
N80 Z80	
N100 T2 D1	
N110 G96 S40 SCC[Y]	; Ось Y согласуется с G96, и G96 активируется (возможно в одном кадре). Постоянная скорость резания 40 м/мин, зависит от оси Y.
...	
N140 Y30	
N150 G01 F1.2 Y=27	; Прорезка в Y, подача F 1,2 мм/оборот.
N160 G97	; Постоянная скорость резания выкл.
N170 G0 Y100	

Дополнительная информация

Вычисление скорости шпинделя

Основой для вычисления скорости шпинделя из запрограммированной скорости резания является позиция ENS поперечной оси (радиус).

Примечание

Фреймы между WCS и ENS (например, программируемые фреймы как SCALE, TRANS или ROT) учитываются при вычислении скорости шпинделя и могут вызвать изменение скорости (например, если при SCALE изменяется эффективный диаметр).

Ограничение скорости LIMS

Если необходимо обработать деталь с большими разностями в диаметре, рекомендуется указать ограничение скорости шпинделя с помощью LIMS (макс. скорость шпинделя). Таким образом, можно исключить недопустимо высокую скорость при маленьких диаметрах. LIMS действует только при активной G96, G961 и G97. При G971 LIMS не действует. При установке кадра в главный ход все запрограммированные значения передаются в установочные данные.

Примечание

Измененные в программе обработки детали с помощью LIMS границы скорости передаются в установочные данные, сохраняясь тем самым и после завершения программы.

И напротив, если измененные с помощью LIMS границы скорости после завершения программы, действовать не должны, необходимо вставить следующее определение в блок GUD изготовителя станка:

```
REDEF $SA_SPIND_MAX_VELO_LIMS PRLOC
```

Выключение постоянной скорости резания (G97/G971/G972/G973)

После G97 (или G971 ... G973) S... снова интерпретируется как скорость шпинделя в оборотах/мин. Если новая скорость шпинделя не указана, то сохраняется последняя установленная через G96 (или G961 или G962) скорость.

Функцию G96/G961 также можно выключать с помощью G94 или G95. В этом случае действует последняя запрограммированная скорость S... для дальнейшего процесса обработки.

G97 можно программировать без предшествующей G96. В этом случае функция действует как G95, дополнительно может быть запрограммирована LIMS.

С помощью G973 постоянную скорость резания можно отключить без активации ограничения скорости шпинделя.

Примечание

Поперечная ось должна быть определена через машинные данные.

Движение ускоренным ходом G0

7.3 Постоянная скорость резания (G96/G961/G962, G97/G971/G972, G973, LIMS, SCC)

При движении ускоренным ходом G0 изменения числа оборотов не предпринимаются.

Исключение:

Если подвод к контуру осуществляется ускоренным ходом, и следующий кадр ЧПУ содержит траекторную команду G1/G2/G3/..., то скорость для следующей траекторной команды устанавливается уже в кадре подвода G0.

Другая ось отсчета для G96/G961/G962

При активной функции G96/G961/G962 с помощью SCC[<ось>] любая гео-ось может быть назначена осью отсчета. При изменении оси отсчета и тем самым исходной позиции острия инструмента (TCP-Tool Center Point) для постоянной скорости резания, результирующая скорость шпинделя достигается по установленной рампе торможения или разгона.

Изменение согласованной оси канала

Свойство оси отсчета для G96/G961/G962 всегда присвоено гео-оси. При изменении согласованной оси канала свойство оси отсчета для G96/G961/G962 остается в старом канале.

Изменение гео-оси не влияет на присваивание гео-оси постоянной скорости резания. Если в результате изменения гео-оси изменяется исходная позиция TCP для G96/G961/G962, то шпиндель разгоняется в соответствии с рампой до новой скорости.

Если в результате изменения гео-оси не происходит согласования новой оси канала (например, GEOAX(0,X)), то скорость шпинделя замораживается согласно G97.

Примеры изменения гео-оси с согласованиями оси отсчета:

Программный код	Комментарий
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1,X1)	;Ось канала X1 становится первой гео-осью.
N20 SCC[X]	;Первая гео-ось (X) становится осью отсчета ; для G96/G961/G962.
N30 GEOAX(1,X2)	;Ось канала X2 становится первой гео-осью.
N40 G96 M3 S20	;Ось отсчета для это ось канала X2.

Программный код	Комментарий
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1,X1)	;Ось канала X1 становится первой гео-осью.
N20 SCC[X1]	; X1 и не явно первая гео-ось (X) становится ; осью отсчета для G96/G961/G962.
N30 GEOAX(1,X2)	;Ось канала X2 становится первой гео-осью.
N40 G96 M3 S20	;Ось отсчета для G96 это X2 или X, без аварийного сообщения.

Программный код	Комментарий
N05 G95 F0.1	
N10 GEOAX(1, X2)	;Ось канала X2 становится первой гео-осью.
N20 SCC[X1]	; X1 это не гео-ось, аварийное сообщение.

Программный код	Комментарий
N05 G0 Z50	
N10 X35 Y30	
N15 SCC[X]	:Ось отсчета для G96/G961/G962 это X.
N20 G96 M3 S20	;Постоянная скорость резания с 10 мм/мин вкл.
N25 G1 F1.5 X20	;Поперечная обработка в X с 1,5 мм/об.
N30 G0 Z51	
N35 SCC[Y]	:Ось отсчета для G96 это Y,
	;уменьшение скорости шпинделя (Y30) .
N40 G1 F1.2 Y25	;Поперечная обработка в Y с 1,2 мм/об.

Литература:

/Описание функций "Основные функции"; Поперечные оси (P1) и подачи (V1)

7.4 Включение / выключение постоянной окружной скорости круга (GWPSON, GWPSOF)

Предопределенные процедуры GWPSON(...) и GWPSOF(...) позволяют включать / выключать постоянную окружную скорость круга (SUG) для шлифовальных инструментов (тип инструмента: 400 - 499).

Синтаксис

```
GWPSON (<Tnr>)
S<n>=...
...
GWPSOF (<Tnr>)
```

Значение

GWPSON (. . .) :	Включение постоянной окружной скорости круга
GWPSOF (. . .) :	Выключение постоянной окружной скорости круга
<Tnr>:	номер T Примечание: требуется только в том случае, если постоянная окружная скорость круга вместо активного, находящегося в эксплуатации инструмента должна быть включена / выключена для неактивного шлифовального круга.
S<n>= . . . :	Окружная скорость круга в м/с или фут/с для шпинделя <n>
S0= . . . или S . . . :	Окружная скорость круга для ведущего шпинделя

Запрос состояния

С помощью следующей системной переменной из программы обработки деталей можно запросить, активна ли постоянная окружная скорость круга для определенного шпинделя.

\$P_GWPS[<n>] ; где <n> = номер шпинделя

Величина	Значение
0 (= FALSE)	SUG выключена .
1 (= TRUE)	SUG включена .

7.5 Программируемое ограничение числа оборотов шпинделя (G25, G26)

Определенные в машинных данных мин. и макс. скорости шпинделя могут быть изменены через команду программы обработки детали.

Запрограммированные ограничения скорости шпинделя возможны для всех шпинделей канала.

Синтаксис

G25 S... S1=... S2=...
G26 S... S1=... S2=...

Объяснение

G25: **Нижнее** ограничение скорости шпинделя
G26: **Верхнее** ограничение скорости шпинделя
S... S1=... S2=... : Минимальная или максимальная скорости(и) шпинделя
Примечание:
В кадре может быть запрограммировано макс. три ограничения скорости шпинделя.
Диапазон значе- 0.1 ... 9999 9999.9 об/мин
ний:

Примечание

Запрограммированное с G25 или G26 ограничение скорости шпинделя заменяет предельные скорости и установочных данных и тем самым сохраняется и после завершения программы.

Если же измененные с G25/G26 границы скорости после завершения программы, напротив, более не должны действовать, то вставить следующие определения в блок GUD изготовителя станка:

REDEF \$SA_SPIND_MIN_VELO_G25 PRLOC

REDEF \$SA_SPIND_MAX_VELO_G26 PRLOC

Пример

Программный код	Комментарий
N10 G26 S1400 S2=350 S3=600	; Верхнее предельное число оборотов для мастер-шпинделя, шпинделя 2 и шпинделя 3

Регулирование подачи

8.1 Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF)

С помощью этих команд в программе ЧПУ устанавливаются скорости подачи для всех участвующих в последовательности обработки осей.

Синтаксис

```
G93
G94
G95
F<значение>
FGROUP (<ось_1>,<ось_2>,...)
FGREF [<круговая ось>]=<исходный радиус>
FL [<ось>]=<значение>
```

Значение

G93:	Тип подачи по траектории: Обратная по времени подача [1/мин]
G94:	Тип подачи по траектории: Линейная подача [мм/мин], [дюймов/мин] или [градусов/мин]
G95:	Тип подачи по траектории: Окружная подача [мм/оборот] или [дюймов/оборот] Окружная подача может на выбор отводиться от мастер-шпинделя, любого другого шпинделя или круговой оси.
F<значение>	Подача по траектории для всех или выбранных через FGROUP траекторных осей.
FGROUP:	определение траекторных осей, к которым относится запрограммированная через F подача по траектории.
FGREF:	С FGREF для каждой из указанных в FGROUP круговых осей программируется эффективный радиус (<исходный радиус>)
FL:	Предельная скорость для синхронных/траекторных осей Действует установленная с G94 единица. На ось (ось канала, гео-ось или ось ориентации) может быть запрограммировано одно значение FL.
<ось>:	Имя оси канала, тип: AXIS

Примеры

Пример 1: Принцип действия FGROUP

Следующий пример должен пояснить воздействие FGROUP на ход траектории и подачу по траектории. Переменная \$AC_TIME содержит время с начала кадра в секундах. Она может использоваться только в синхронных действиях.

Программный код	Комментарий
N100 G0 X0 A0	
N110 FGROUP(X,A)	
N120 G91 G1 G710 F100	; Подача= 100мм/мин или 100градусов/мин
N130 DO \$R1=\$AC_TIME	
N140 X10	; Подача= 100 мм/мин, ход траектории= 10 мм, R1= около 6 с
N150 DO \$R2=\$AC_TIME	
N160 X10 A10	; Подача= 100 мм/мин, ход траектории= 14.14 мм, R2= около 8 с
N170 DO \$R3=\$AC_TIME	
N180 A10	; Подача= 100 градусов/мин, ход траектории= 10 граду- сов, R3= около 6 с
N190 DO \$R4=\$AC_TIME	
N200 X0.001 A10	; Подача= 100 мм/мин, ход траектории= 10 мм, R4= около 6 с
N210 G700 F100	; Подача= 2540 мм/мин или 100 градусов/мин
N220 DO \$R5=\$AC_TIME	
N230 X10	; Подача= 2540 мм/мин, ход траектории= 254 мм, R5= около 6 с
N240 DO \$R6=\$AC_TIME	
N250 X10 A10	; Подача= 2540 мм/мин, ход траектории= 254,2 мм, R6= около 6 с
N260 DO \$R7=\$AC_TIME	
N270 A10	; Подача= 100 градусов/мин, ход траектории= 10 граду- сов, R7= около 6 с
N280 DO \$R8=\$AC_TIME	
N290 X0.001 A10	; Подача= 2540 мм/мин, ход траектории= 10 мм, R8= около 0.288 с
N300 FGREF[A]=360/(2*\$PI)	; 1 градус =1 дюйм, установить через эффективный ра- диус.
N310 DO \$R9=\$AC_TIME	
N320 X0.001 A10	; Подача= 2540 мм/мин, ход траектории= 254 мм, R9= около 6 с
N330 M30	

Пример 2: Перемещение синхронных осей с предельной скоростью FL

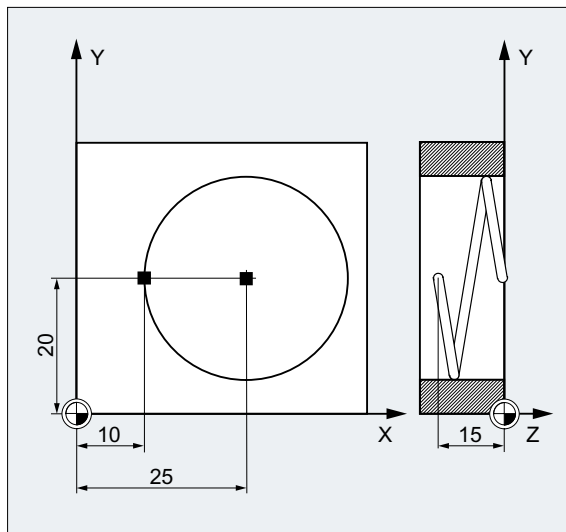
Скорость движения по траектории траекторных осей уменьшается, если синхронная ось Z достигает предельной скорости.

Программный код

```
N10 G0 X0 Y0
N20 FGROUP(X)
N30 G1 X1000 Y1000 G94 F1000 FL[Y]=500
N40 Z-50
```

Пример 3: Винтовая интерполяция

Траекторные оси X и Y двигаются с запрограммированной подачей, ось подачи Z является синхронной осью.

**Программный код**

```
N10 G17 G94 G1 Z0 F500
N20 X10 Y20
N25 FGROUP(X,Y)

N30 G2 X10 Y20 Z-15 I15 J0 F1000 FL[Z]=200

...

N100 FL[Z]=$MA_AX_VELO_LIMIT[0,Z]

N110 M30
```

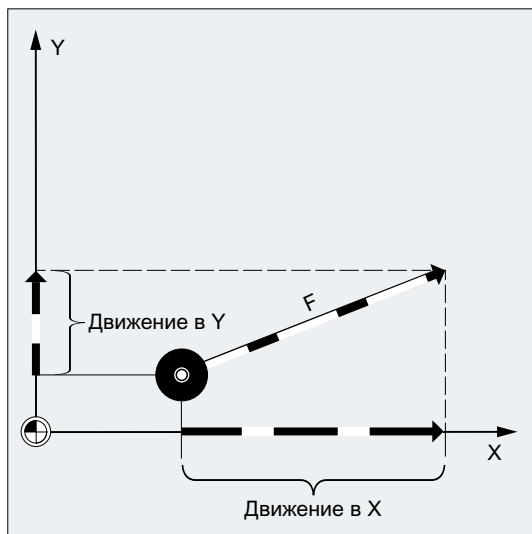
Комментарий

; Подача инструмента.
 ; Подвод в стартовую позицию.
 ; Оси X/Y это траекторные оси, Z это синхронная ось.
 ; На круговой траектории действует подача 1000 мм/мин, перемещение в направлении Z осуществляется синхронно.
 ; Через считывание скорости из MD предельная скорость отключается, считывание значения из MD.
 ; Конец программы.

Дополнительная информация

Скорость подачи для траекторных осей (F)

Обычно подача по траектории складывается из отдельных компонентов скорости всех участвующих в движении геометрических осей и относится к центру фрезы или к острию токарного резца.



Скорость подачи указывается по адресу F. В зависимости от предустановки в машинных данных действуют определенные через команды G единицы измерения в мм или дюймах.

На кадр ЧПУ может быть запрограммировано одно значение F. Единица скорости подачи определяется через одну из G-команд G93/G94/G95. Подача F воздействует только на траекторные оси и действует до тех пор, пока не будет запрограммировано новое значение подачи. После адреса F допускаются разделительные символы.

Примеры:

F100 или F 100

F.5

F=2*FEED

Тип подачи (G93/G94/G95)

G-команды G93, G94 и G95 действуют модально. Если выполняется переключение между G93, G94 и G95, то необходимо заново запрограммировать значение подачи по траектории. Для обработки с круговыми осями подача может указываться и в градусах/мин.

Обратная по времени подача (G93)

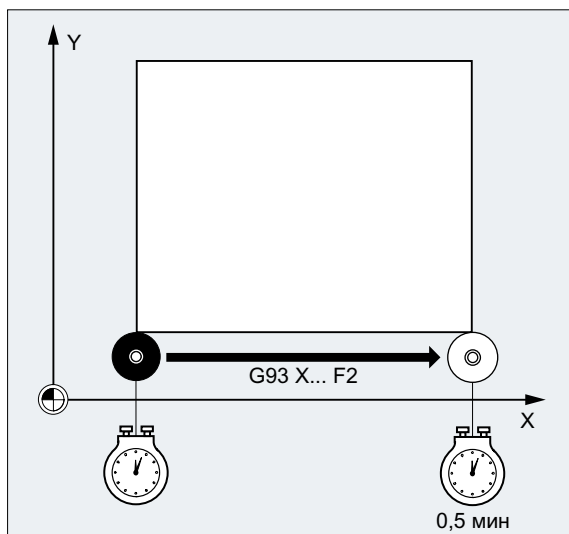
Обратная по времени подача указывает продолжительность прохода одного кадра.

Единица: 1/мин

Пример:

N10 G93 G01 X100 F2

Означает: запрограммированный ход траектории проходит за 0,5 мин.



Примечание

Если длины траектории от кадра к кадру сильно различаются, то для G93 в каждом кадре должно быть определено новое значение F. Для обработки с круговыми осями подача может указываться и в градусах/мин.

Подача для синхронных осей

Запрограммированная по адресу F подача действует для всех запрограммированных в кадре траекторных осей, но не для синхронных осей. Управление синхронными осями осуществляется таким образом, что им для их перемещения необходимо то же время, что и для траекторных осей и все оси достигают их конечной точки в одно и то же время.

Предельная скорость для синхронных осей (FL)

С помощью команды FL для синхронных осей может быть запрограммирована предельная скорость. Если FL не программируется, то действует скорость ускоренного хода. Отключение FL осуществляется присвоением MD (MD36200 \$MA_AX_VELO_LIMIT).

Перемещение траекторной оси как синхронной оси (FGROUP)

С помощью FGROUР определяется, должна ли траекторная ось перемещаться с подачей по траектории или как синхронная ось. При винтовой интерполяции можно, к примеру, установить, что только две геометрические оси X и Y должны перемещаться с запрограммированной подачей. В этом случае ось подачи Z была бы синхронной осью.

Пример: FGROUР (X, Y)

Изменить FGROUР

8.1 Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF)

Изменить сделанную с FGROUP установку можно:

1. через повторное программирование FGROUP: к примеру, FGROUP (X, Y, Z)
2. через программирование FGROUP без указания оси: FGROUP ()
После FGROUP () действует установленное в машинных данных исходное состояние.
Гео-оси теперь снова движутся в структуре траекторных осей.

Примечание

Идентификаторами осей для FGROUP должны быть имена осей канала.

Единицы измерения для подачи F

С помощью G-команд G700 и G710 дополнительно в геометрическом данным определяется и система единиц для подач F, т.е.:

- для G700: [дюймов/мин]
- для G710: [мм/мин]

Примечание

G70/G71 не влияют на данные подачи.

Единица измерения для синхронных осей с предельной скоростью FL

Установленная для F через G-команду G700/G710 единица измерения действует и для FL.

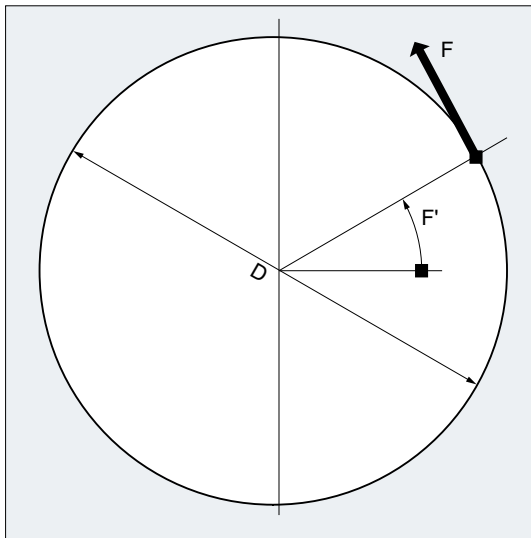
Единица измерения для круговых и линейных осей

Для линейных и круговых осей, которые связаны друг с другом через FGROUP и вместе движутся по траектории, действует подача в единице измерения линейных осей. В зависимости от предустановки с G94/G95 в мм/мин или дюймов/мин или мм/оборот или дюймов/оборот.

Тангенциальная скорость круговой оси в мм/мин или дюймов/мин вычисляется по формуле:

$$F[\text{мм/мин}] = F'[\text{градусов/мин}] * \pi * D[\text{мм}] / 360[\text{градусов}]$$

где: F: тангенциальная скорость
F': угловая скорость
π: постоянная окружности
D: диаметр



Перемещение круговых осей со скоростью движения по траектории F (FGREF)

Для процессов обработки, при которых инструмент или деталь или обе приводятся в движение круговой осью, должна существовать возможность программирования эффективной подачи обработки как подачи по траектории через значение F. Для этого для каждой из участвующих круговых осей должен быть указан эффективный радиус (исходный радиус).

Единица исходного радиуса зависит от установки G70/G71/G700/G710.

Чтобы способствовать вычислению подачи по траектории, все участвующие оси должны быть включены в команду FGROUP.

Для поддержания совместимости с процессами без программирования FGREF, после пуска системы и при RESET действует нормирование 1 градус = 1 мм. Это соответствует исходному радиусу $FGREF = 360 \text{ мм} / (2\pi) = 57.296 \text{ мм}$.

Примечание

Эта предустановка не зависит от активной основной системы (MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC) и от актуальной действующей установки G70/G71/G700/G710.

Особенности:

Программный код

```
N100 FGROUP (X, Y, Z, A)
N110 G1 G91 A10 F100
N120 G1 G91 A10 X0.0001 F100
```

При этом программировании запрограммированное значение F в N110 нормируется как подача круговой оси в градусах/мин, в то время как нормированием подачи в N120 в

зависимости от актуальной действующей установки G70/G71/G700/G710 является либо 100 дюймов/мин или 100 мм/мин.

ВНИМАНИЕ**Разница подач**

Нормирование FGREF действует и тогда, когда в кадре запрограммированы только круговые оси. Обычная интерпретация значения F в градусах/мин действует в этом случае только тогда, когда отношение радиуса соответствует предварительной установке FGREF:

- для G71/G710: FGREF [A] = 57.296
- для G70/G700: FGREF [A] = 57.296 / 25.4

Чтение исходного радиуса

Значение исходного радиуса круговой оси может быть считано через системные переменные:

- В синхронных действиях или с остановкой предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

\$AA_FGREF[<ось>] Актуальное значение главного хода

- Без остановки предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

\$PA_FGREF[<ось>] Запрограммированное значение

Если значения не запрограммированы, то в обеих переменных для круговых осей считывается предустановка 360 мм / (2π) = 57.296 мм (соответствует 1 мм на градус).

Для линейных осей в обеих переменных всегда считывается значение 1 мм.

Чтение определяющих скорость траекторных осей

Участвующие в траекторной интерполяции оси могут считываться через системные переменные:

- В синхронных действиях или с остановкой предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

\$AA_FGROUP[<ось>] Выводит значение "1", если указанная ось через первичную установку или через программирование FGROUP влияет на скорость движения по траектории в актуальном кадре главного хода. Если нет, то переменная выводит значение "0".

\$AC_FGROUP_MASK Выводит битовый ключ запрограммированных с FGROUP осей канала, которые должны содействовать скорости движения по траектории.

- Без остановки предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

\$PA_FGROUP[<ось>]	Выводит значение "1", если указанная ось через первичную установку или через программирование FGROUP влияет на скорость движения по траектории. Если нет, то переменная выводит значение "0".
\$P_FGROUP_MASK	Выводит битовый ключ запрограммированных с FGROUP осей канала, которые должны содействовать скорости движения по траектории.

Коэффициенты соотношения траекторий для осей ориентации с FGREF

Для осей ориентации принцип действия коэффициентов FGREF[] зависит от того, осуществляется ли изменение ориентации инструмента через интерполяцию круговой оси или векторную интерполяцию.

При **интерполяции круговой оси** соответствующие коэффициенты FGREF осей ориентации учитываются как для круговых осей по отдельности как исходный радиус для хода осей.

При **векторной интерполяции** активируется эффективный коэффициент FGREF, который определяется как геометрическое среднее значение из отдельных коэффициентов FGREF:

$FGREF[\text{эфф.}] = n\text{-ный корень из:}[(FGREF[A] * FGREF[B] \dots)]$

где: A: идентификатор 1-ой оси ориентации
 B: идентификатор 2-ой оси ориентации
 C: идентификатор 3-ей оси ориентации
 n: Число осей ориентации

Пример:

Для стандартной 5-осевой трансформации существует две оси ориентации и тем самым эффективный коэффициент как корень из результата двух осевых коэффициентов:

$FGREF[\text{эфф.}] = \text{квадратный корень из:}[(FGREF[A] * FGREF[B])]$

Примечание

С помощью эффективного коэффициента для осей ориентации FGREF может быть определена исходная точка на инструменте, к которой относится запрограммированная подача по траектории.

8.2 Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC)

Позиционирующие оси перемещаются независимо от траекторных осей со своей специфической для оси подачей. Команды интерполяции не действуют. С помощью команд POS/POSA/POSP осуществляется перемещение позиционирующих осей и одновременная координация процессов движения

Типичными примерами для позиционирующих осей являются:

- устройства загрузки палет
- измерительные установки

С помощью WAITP можно обозначить в программе ЧПУ место, на котором осуществляется ожидание до тех пор, пока запрограммированная в одном из предыдущих кадров ЧПУ в POSA ось не достигнет своей конечной позиции.

При WAITMC при поступлении указанной метки ожидания сразу же устанавливается следующий кадр ЧПУ.

Синтаксис

POS [<ось>]=<позиция>

POSA [<ось>]=<позиция>

POSP [<ось>]=(<конечная позиция>,<длина фрагмента>,<режим>)

FA [<ось>]=<значение>

WAITP (<ось>) ; Программирование в отдельном кадре ЧПУ!

WAITMC (<метка ожидания>)

Значение

POS / POSA:	Переместить позиционирующую ось на указанную позицию POS и POSA имеют идентичную функциональность, но отличаются в параметрах смены кадра:		
	• С POS последовательное включение кадра ЧПУ происходит только после достижения позиции подвода. • С POSA последовательное включение кадра ЧПУ происходит и если позиции подвода не достигнута.		
	<ось>:	Имя перемещаемой оси (идентификатор оси канала или гео-оси)	
	<позиция>:	Позиция оси для подвода	
	Тип:		REAL

8.2 Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC)

POSP:	Постепенное перемещение позиционирующей оси на указанную конечную позицию			
	<конечная позиция>:		Конечная позиция оси для подвода	
	<длина фрагмента>:		Длина фрагмента	
	<режим>:		Режим подвода	
			= 0:	Для обоих последних фрагментов выполняется разделение оставшегося пути до конечной позиции на два заключительных фрагмента равного размера (предустановка).
			= 1:	Длина фрагмента согласуется таким образом, что сумма всех вычисленных длин фрагментов точно равна пути до конечной позиции.
Примечание: POSP используется специально для программирования маятниковых движений.				
Литература: Руководство по программированию "Расширенное программирование"; глава "Качание"				
FA:	Подача для указанной позиционирующей оси			
	<ось>:		Имя перемещаемой оси (идентификатор оси канала или гео-оси)	
	<значение>:		Скорость подачи	
	>:		Единица:	мм/мин или дюйм/мин или градус/мин
Примечание: На кадр ЧПУ может быть запрограммировано макс. 5 значения FA.				
WAITP:	Ожидать завершения перемещения позиционирующей оси			
	Обработка последующих кадров не начинается до тех пор, пока указанная и запрограммированная в предшествующем кадре с помощью POSA позиционирующая ось не достигнет своей конечной позиции (с точным остановом точным).			
	<ось>:		Имя оси (идентификатор оси канала или гео-оси), для которой должна действовать команда WAITP	
	Примечание: С помощью WAITP можно разрешить ось в качестве качающейся оси или для перемещения в качестве конкурирующей позиционирующей оси (через PLC).			
WAITMC:	Ожидать поступления указанной метки ожидания			
	При поступлении метки ожидания сразу же устанавливается следующий кадр ЧПУ.			
	<метка ожидания>:		Номер метки ожидания	

**ОСТОРОЖНО****Движение с POSA**

Если в последующем кадре считывается команда, которая не явно создает остановку предварительной обработки, то последующий кадр выполняется только после того, как полностью выполнены все подготовленные и сохраненные до этого кадры.

Предыдущий кадр останавливается с точным остановом (как для G9).

Примеры

Пример 1: Движение с POSA и доступ к данным состояния станка

При обращении к данным состояния станка (\$A...) СЧПУ осуществляет внутреннюю остановку предварительной обработки. Обработка останавливается до тех пор, пока не будут полностью выполнены все прежде подготовленные и сохраненные кадры.

Программный код	Комментарий
N40 POSA[X]=100	
N50 IF \$AA_IM[X]==R100 GOTOF MARKE1	; Обращение к данным состояния станка.
N60 G0 Y100	
N70 WAITP(X)	
N80 MARKE1:	
N...	

Пример 2: Ожидание конца перемещения с WAITP

Устройство подачи паллет

Ось U: накопитель палет

Перемещение палеты с обрабатываемыми деталями в рабочую зону

Ось V: система передачи к измерительной станции, на которой осуществляется параллельный процессу выборочный контроль качества

Программный код	Комментарий
N10 FA[U]=100 FA[V]=100	; Специфические для осей параметры подачи для отдельных позиционирующих осей U и V.
N20 POSA[V]=90 POSA[U]=100 G0 X50 Y70	; Перемещение позиционирующих и траекторных осей.
N50 WAITP(U)	; Выполнение программы продолжается только после достижения осью U запрограммированной в N20 позиции.
...	

Дополнительная информация

Движение с POSA

POSA не влияет на последовательное включение кадра или выполнение программы. Движение к конечной точке может осуществляться параллельно с обработкой последующих кадров ЧПУ.

Движение с POS

Последовательное включение кадра осуществляется только после того, как все запрограммированные в POS оси достигнут своих конечных позиций.

Ожидание конца перемещения с WAITP

8.2 Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC)

После `WAITP` ось считается более не занятой из программы ЧПУ до тех пор, пока она не будет запрограммирована заново. Эта ось после может использоваться через PLC как позиционирующая ось, или из программы ЧПУ/PLC или HMI как качающаяся ось.

Смена кадра на рампе торможения с `IPOBRKA` и `WAITMC`

Ось затормаживается только тогда, когда метка ожидания еще не достигнута или иной критерий окончания кадра препятствует смене кадров. После `WAITMC` ось сразу же запускается, если иной критерий окончания кадра не препятствует смене кадров.

8.3 Режим ориентации шпинделя (SPCON, SPCOF)

Команды SPCON или SPCOF включают или выключают режим управления положением шпинделя явным образом.

Примечание

Для включения режима управления положением посредством SPCON необходимо не более трех тактов регулятора положения.

Синтаксис

SPCON

SPCON (<n>)

SPCON (<n>, <m>, ...)

SPCOF

SPCOF (<n>)

SPCOF (<n>, <m>, ...)

Объяснение

SPCON:	Включить режим управления положением Указанный шпиндель переключается из управления скоростью в управление положением. SPCON действует модально и сохраняется до SPCOF.
SPCOF:	Выключить режим управления положением Указанный шпиндель переключается из управления положением в управление скоростью.
<n>, <m>, ... :	0 ... k номера шпинделей Без указания номера шпинделя: мастер-шпиндель канала

Примечание

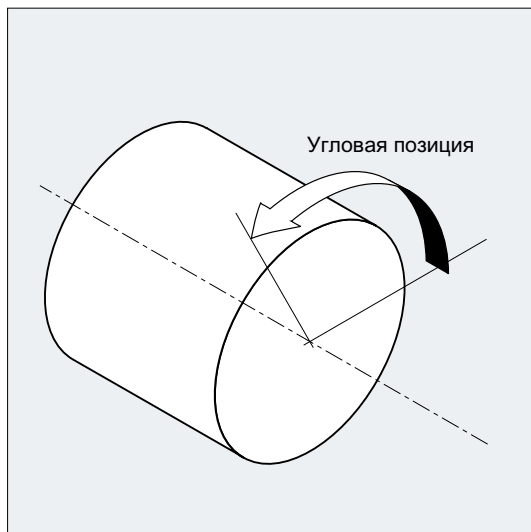
При наличии синхронного шпинделя с соединением по заданному значению мастер-шпиндель запрещено переключать посредством SPCOF в режим управления числом оборотов.

Литература

Описание функций "Дополнительные функции", глава "S3: синхронный шпиндель"

8.4 Позиционирование шпинделей (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS)

С помощью SPOS, SPOSA или M19 шпиндели могут позиционироваться в определенные наклонные положения, к примеру, при смене инструмента.



SPOS, SPOSA и M19 вызывают временное переключение в режим ориентации до следующей M3/M4/M5/M41 ... M45.

Позиционирование в осевом режиме

Шпиндель может перемещаться и по своему определенному в машинных данных адресу как траекторная, синхронная или позиционирующая ось. После указания идентификатора оси шпиндель находится в осевом режиме. С помощью M70 шпиндель включается непосредственно в осевой режим.

Конец позиционирования

Критерий окончания движения при позиционировании шпинделя может быть запрограммирован через FINEA, CORSEA, IPOENDA или IPOBRKA.

Если критерии окончания движения для всех обрабатываемых в кадре шпинделей или осей и кроме этого критерий смены кадров для траекторной интерполяции выполнены, то осуществляется смена кадра.

Синхронизация

Для синхронизации движений шпинделя, с помощью WAITS можно ожидать достижения позиции шпинделя.

Условия

Позиционируемый шпиндель должен быть способен работать в режиме ориентации.

Синтаксис

Позиционировать шпиндель:

SPOS=<значение> / SPOS [<n>]=<значение>

8.4 Позиционирование шпинделей (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS)

SPOSA=<значение> / SPOSA [<n>] =<значение>

M19 / M<n>=19

Переключить шпиндель в осевой режим:

M70 / M<n>=70

Определить критерий окончания движения:

FINEA / FINEA [S<n>]

COARSEA / COARSEA [S<n>]

IPOENDA / IPOENDA [S<n>]

IPOBRKA / IPOBRKA (<ось>[,<момент времени>]) ; Программирование в отдельном кадре ЧПУ!

Синхронизировать движения шпинделя:

WAITS / WAITS (<n>, <m>) ; Программирование в отдельном кадре ЧПУ!

8.4 Позиционирование шпинделей (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS)

Значение

SPOS / SPOSA:	Позиционировать шпиндель в указанное наклонное положение SPOS и SPOSA имеют идентичную функциональность, но отличаются в параметрах смены кадра: - Со SPOS последовательное включение кадра ЧПУ происходит только после достижения позиции. - Со SPOSA последовательное включение кадра ЧПУ происходит и если позиции не достигнута.		
<n>:	Номер шпинделя, который должен быть позиционирован. Без указания номера шпинделя или с номером шпинделя "0" SPOS или SPOSA относится к мастер-шпинделю.		
<значение>:	Наклонное положение, в которое должен быть позиционирован шпиндель		
	Единица:	Градус	
	Тип:	REAL	
	Для программирования режима подвода к позиции существуют следующие возможности:		
	=AC (<значение>):	Абсолютное указание размера	
		Диапазон значений:	0 ... 359,9999
	=IC (<значение>):	Инкрементальное указание размера	
		Диапазон значений:	0 ... ±99 999,999
	=DC (<значение>):	Подвод по прямому пути к абсолютному значению	
	=ACN (<значение>):	Абсолютное указание размера, подвод в отрицательном направлении	
	=ACP (<значение>):	Абсолютное указание размера, подвод в положительном направлении	
	=<значение>:	как DC (<значение>)	
M<n>=19:	Позиционировать мастер-шпиндель (M19 или M0=19) или шпиндель с номером <n> (M<n>=19) в заданное с SD43240 \$SA_M19_SPOS наклонное положение в заданном в SD43250 \$SA_M19_SPOSMODE режиме подвода к позиции Последовательное включение кадра ЧПУ только после достижения позиции.		
M<n>=70:	Переключить мастер-шпиндель (M70 или M0=70) или шпиндель с номером <n> (M<n>=70) в осевой режим Переход к определенной позиции не осуществляется. Последовательное включение кадра ЧПУ после осуществления переключения.		
FINEA:	Завершение движения при достижении "Точного останова точного"		
COARSEA:	Завершение движения при достижении "Точного останова грубого"		
IPOENDA:	Завершение движения при достижении "останова интерполятора"		

8.4 Позиционирование шпинделей (SPOS, SPOSA, M19, M70, WAITS)

S<n>:	Шпиндель, для которого должен действовать запрограммированный критерий окончания движения		
	<n>:	Номер шпинделя	
	Без указания шпинделя [S<n>] или с номером шпинделя "0" запрограммированный критерий окончания движения относится к мастер-шпинделю.		
IPOBRKA:	Смена кадра на рампе торможения возможна		
	<ось>:	Идентификатор оси канала	
	<момент времени>:	Момент времени смены кадра, относительно рампы торможения	
		Единица:	Процент
		Диапазон значений:	100 (момент включения рампы торможения) ... 0 (конец рампы торможения)
		Без указания параметра <момент времени> вступает в силу актуальное значение установочных данных: SD43600 \$SA_IPOBRAKE_BLOCK_EXCHANGE Примечание: IPOBRKA с моментом времени "0" идентична IPOENDA.	
WAITS:	Команда синхронизации для указанного(ых) шпинделя(ей) Обработка последующих кадров не начинается до тех пор, пока указанный(ые) и запрограммированный(ые) в предшествующем кадре с помощью SPOSA шпиндель(и) не достигнет(ут) своей позиции (с точным остановом точным).		
	WAITS после M5:	Ожидать остановки указанного(ых) шпинделя(ей).	
	WAITS после M3/M4:	Ожидать достижения указанным(и) шпинделем(ями) своей заданной скорости.	
	<n>, <m>:	Номера шпинделей, для которых должна действовать команда синхронизации Без указания номера шпинделя или с номером шпинделя "0" WAITS относится к мастер-шпинделю.	

Примечание

На кадр ЧПУ возможно 3 указания позиции шпинделя.

Примечание

При инкрементальном указании размера IC (<значение>) позиционирование шпинделя возможно через несколько оборотов.

Примечание

Если перед SPOS было включено управление положением со SPCON, то оно сохраняется до SPCOF.

Примечание

СЧПУ на основе последовательности программирования самостоятельно определяет переход в осевой режим. Поэтому явного программирования M70 в программе обработки детали более не требуется. Но M70 может продолжать программироваться, чтобы, к примеру, улучшить читабельность программы обработки детали.

Дополнительная информация**Позиционирование со SPOSA**

SPOSA не влияет на последовательное включение кадра или выполнение программы. Позиционирование шпинделя может осуществляться параллельно с выполнением последующих кадров ЧПУ. Смена кадра происходит после достижения всеми запрограммированными в кадре функциями (кроме шпинделя) их критерия конца кадра. Позиционирование шпинделя при этом может растягиваться на несколько кадров (см. WAITS).

Примечание

Если в одном из последующих кадров считывается команда, не явно создающая остановку предварительной обработки, то обработка останавливается в этом кадре до остановки всех позиционирующих шпинделей.

Позиционирование со SPOS / M19

Последовательное включение кадра осуществляется только после того, как все запрограммированные в кадре функции достигли своего критерия конца кадра (к примеру, все вспомогательные функции были квитированы с PLC, все оси достигли конечной точки) и шпиндель достиг запрограммированной позиции.

Скорость движений:

Скорость и характеристика торможения для позиционирования зафиксированы в машинных данных. Сконфигурированные значения могут быть изменены через программирование или через синхронные действия, см.:

- Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Страница 129)
- Программируемая коррекция ускорения (ACC) (опция) (Страница 134)

Указание позиций шпинделя:

Т.к. команды G90/G91 здесь не действуют, явно действуют соответствующие указания размеров, к примеру, AC, IC, DC, ACN, ACP. Перемещение без параметров автоматически осуществляется как при параметре DC.

Синхронизация движений шпинделя с WAITS

С помощью WAITS в программе ЧПУ может быть обозначено место, на котором осуществляется ожидание достижения одним или несколькими запрограммированными в более раннем кадре ЧПУ в SPOSA шпинделями их позиции.

Пример:

Программный код	Комментарий
N10 SPOSA[2]=180 SPOSA[3]=0	
...	
N40 WAITS (2, 3)	; Ожидание в кадре осуществляется до тех пор, пока шпиндели 2 и 3 не достигнут позиций, указанных в кадре N10.

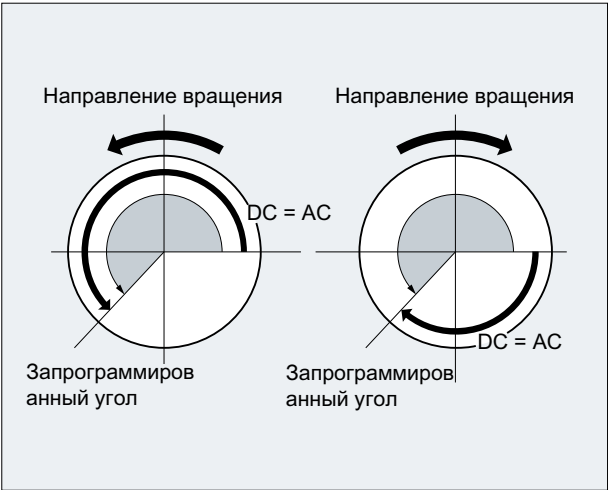
После M5 с помощью WAITS можно ожидать перехода шпинделя(ей) в состояние покоя. После M3/M4 с помощью WAITS можно ожидать достижения шпинделем(ями) заданной скорости/направления вращения.

Примечание

Если шпиндель еще не синхронизирован с синхронными метками, то положительное направление вращения берется из машинных данных (состояние при поставке).

Позиционирование шпинделя из вращения (M3/M4)

При включенных M3 или M4 шпиндель останавливается на запрограммированном значении.



Параметры DC и AC идентичны. В обоих случаях вращение продолжается в выбранном через M3/M4 направлении до абсолютной конечной позиции. При ACN и ACP при необходимости осуществляется торможение и удержание соответствующего направления подвода. При указании IC вращение, исходя из актуальной позиции шпинделя, продолжается на указанное значение.

Позиционирование шпинделя из состояния покоя (M5)

Запрограммированный путь проходит точно из состояния покоя (M5) в соответствии с введенными данными.

8.5 Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF)

Наряду с этим существует возможность получения для траекторных или синхронных осей или для отдельных позиционирующих осей/шпинделей от другой круговой оси или шпинделя.

Позиционирующие оси, к примеру, системы транспортировки детали, револьвер или люнеты, перемещаются независимо от траекторных и синхронных осей. Поэтому для каждой позиционирующей оси определяется собственная подача.

И для шпинделей можно запрограммировать собственную осевую подачу.

Синтаксис

Подача для позиционирующей оси:

FA [<ось>]=...

Осевая подача для шпинделя:

FA [SPI (<n>)] =...

FA [S<n>] =...

Получение окружной подачи для траекторных/синхронных осей:

FPR (<круговая ось>)

FPR (SPI (<n>))

FPR (S<n>)

Получение окружной подачи для позиционирующих осей/шпинделей:

FPRAON (<ось>, <круговая ось>)

FPRAON (<ось>, SPI (<n>))

FPRAON (<ось>, S<n>)

FPRAON (SPI (<n>), <круговая ось>)

FPRAON (S<n>, <круговая ось>)

FPRAON (SPI (<n>), SPI (<n>))

FPRAON (S<n>, S<n>)

FPRAOF (<ось>, SPI (<n>), ...)

FPRAOF (<ось>, S<n>, ...)

Значение

FA [...]=... :	Подача для указанной позиционирующей оси или скорость позиционирования (осевая подача) для указанного шпинделя	
	Единица:	мм/мин или дюйм/мин или градус/мин
	Диапазон значений:	... 999 999,999 мм/мин, градусов/мин ... 39 999,9999 дюймов/мин

8.5 Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF)

FPR (...):	С FPR обозначается круговая ось (<круговая ось>) или шпиндель (SPI (<n>) / S<n>), от которой должна быть получена запрограммированная в G95 окружная подача для траекторных и синхронных осей.
FPRAON (...):	Получение окружной подачи для позиционирующих осей и шпинделей Первый параметр (<ось> / SPI (<n>) / S<n>) обозначает позиционирующую ось/шпиндель, которая должна перемещаться с окружной подачей. Второй параметр (<круговая ось> / SPI (<n>) / S<n>) обозначает круговую ось/шпиндель, от которой должна быть получена окружная подача. Примечание: Второй параметр может быть не нужен, тогда подача отводится от мастер-шпинделя.
FPRAOF (...):	С FPRAOF полученная окружная подача для указанных осей или шпинделей отменяется.
<ось>:	Идентификатор оси (позиционирующая или гео-ось)
SPI (<n>) / S<n> :	Идентификатор шпинделя SPI (<n>) и S<n> функционально идентичны.
<n>:	Номер шпинделя
	Примечание: SPI преобразует номер шпинделя в идентификатор оси. Передаваемый параметр (<n>) должен содержать действительный номер шпинделя.

Примечание

Запрограммированная подача FA[...] действует модально.

На кадр ЧПУ может быть запрограммировано макс. 5 подач для позиционирующих осей/шпинделей.

Примечание

Отводимая подача вычисляется по следующей формуле:

Отводимая подача =
запрограммированная подача * значение главной подачи

Примеры**Пример 1: Соединение синхронных шпинделей**

Для соединения синхронных шпинделей скорость позиционирования ведомого шпинделя может программироваться независимо от ведущего шпинделя – к примеру, для позиционирования.

Программный код	Комментарий
...	
FA[S2]=100	; Скорость позиционирования ведомого шпинделя (шпиндель 2) = 100 градусов/мин
...	

Пример 2: Отводимая окружная подача для траекторных осей

Траекторные оси X, Y должны перемещаться с окружной подачей, отводимой от круговой оси A:

Программный код
...
N40 FPR(A)
N50 G95 X50 Y50 F500
...

Пример 3: Получение окружной подачи для мастер-шпинделя

Программный код	Комментарий
N30 FPRAON(S1,S2)	; Окружная подача для мастер-шпинделя (S1) должна отводиться от шпинделя 2.
N40 SPOS=150	; Позиционировать мастер-шпиндель.
N50 FPRAOF(S1)	; Отключить отводимую окружную подачу для мастер-шпинделя.

Пример 4: Получение окружной подачи для позиционирующей оси

Программный код	Комментарий
N30 FPRAON(X)	; Окружная подача для позиционирующей оси X должна отводиться от мастер-шпинделя.
N40 POS[X]=50 FA[X]=500	; Позиционирующая ось движется с 500 мм/оборот мастер-шпинделя.
N50 FPRAOF(X)	

Дополнительная информация**FA[...]**

Всегда действует тип подачи G94. Если G70/G71 активна, то единица измерения метрическая/дюймовая зависит от предварительной установки в машинных данных. С помощью G700/G710 единица измерения может изменяться в программе.

Примечание

Если FA не запрограммирована, то действует установленное в машинных данных значение.

FPR(...)

С помощью FPR в качестве расширения команды G95 (окружная подача относительно мастер-шпинделя) окружная подача может отводиться от любого шпинделя или круговой оси. G95 FPR(...) действует для траекторных и синхронных осей.

8.5 Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF)

Если обозначенная с FPR круговая ось/шпиндель работает с ориентацией, то действует соединение по заданному значению, в иных случаях – соединение по фактическому значению.

FPRAON(...)

С помощью `FPRAON` возможен осевой отвод окружной подачи для позиционирующих осей и шпинделей от мгновенной подачи другой круговой оси или шпинделя.

FPRAOF(...)

С помощью `FPRAOF` можно выключить окружную подачу для одной или нескольких осей/шпинделей одновременно.

8.6 Программируемая процентовка подачи (OVR, OVRRAP, OVRA)

Скорость траекторных/позиционирующих осей и шпинделей может изменяться в программе ЧПУ

Синтаксис

OVR=<значение>
 OVRRAP=<значение>
 OVRA [<ось>]=<значение>
 OVRA [SPI (<n>)]=<значение>
 OVRA [S<n>]=<значение>

Значение

OVR:	Изменение подачи для подачи по траектории F	
OVRRAP:	Изменение подачи для скорости ускоренного хода	
OVRA:	Изменение подачи для подачи позиционирования FA или для скорости шпинделя S	
<ось>:	Идентификатор оси (позиционирующая или гео-ось)	
SPI (<n>) / S<n> :	Идентификатор шпинделя	
	SPI (<n>) и S<n> функционально идентичны.	
	<n>:	Номер шпинделя
	Примечание: SPI преобразует номер шпинделя в идентификатор оси. Передаваемый параметр (<n>) должен содержать действительный номер шпинделя.	
<значение>:	Изменение подачи в процентах	
	Значение относится или накладывается на установленную на станочном пульте процентовку подачи.	
	Диапазон значений:	... 200%, целочисленные
	Примечание: При коррекции траектории и ускоренного хода установленные в машинных данных максимальные скорости не превышаются.	

8.7 Программируемая коррекция ускорения (ACC) (опция)

В критических сегментах программы может возникнуть необходимость, ограничить ускорение до максимального возможного значения, чтобы, к примеру, избежать механических вибраций.

С помощью программируемой коррекции ускорения для каждой траекторной оси или шпинделя через команду в программе ЧПУ может быть изменено ускорение. Ограничение действует во всех типах интерполяции. В качестве 100 % ускорения действуют установленные в машинных данных значения.

Синтаксис

ACC [<ось>]=<значение>
 ACC [SPI (<n>)] =<значение>
 ACC (S<n>) =<значение>

Выключение:

ACC [...] =100

Синтаксис

ACC:	Изменение ускорения для указанной траекторной оси или изменение скорости для указанного шпинделя	
<ось>:	Имя оси канала траекторной оси	
SPI (<n>) / S<n> :	Идентификатор шпинделя SPI (<n>) и S<n> функционально идентичны.	
	<n>:	Номер шпинделя
	Примечание: SPI преобразует номер шпинделя в идентификатор оси. Передаваемый параметр (<n>) должен содержать действительный номер шпинделя.	
<значение>:	Изменение ускорения в процентах Значение относится или накладывается на установленную на станочном пульте процентовку подачи.	
	Диапазон значений:	1 ... 200%, целочисленные

Примечание

При большем ускорении могут быть превышены разрешенные изготовителем станка значения.

Пример

Программный код	Комментарий
N50 ACC[X]=80	; Осевые салазки в направлении X должны перемещаться только с ускорением 80%.

8.7 Программируемая коррекция ускорения (ACC) (опция)

Программный код	Комментарий
N60 ACC[SPI(1)]=50	; Шпиндель 1 должен ускоряться или тормозиться только с 50% способности разгона.

Дополнительная информация**Запрограммированная с ACC коррекция ускорения**

Запрограммированная с ACC[. . .] коррекция ускорения всегда учитывается как в системной переменной \$AA_ACC при выводе. Выгрузка в программе обработки детали и в синхронных действиях происходит в различные моменты времени в обработке ЧПУ.

В программе обработки детали

Записанное в программе обработки детали значение учитывается в системной переменной \$AA_ACC как записано в программе обработки детали только в том случае, если ACC промежуточно не изменялась из синхронного действия.

В синхронных действиях

Соответственно действует: Записанное синхронным действием значение учитывается в системной переменной \$AA_ACC как записано синхронным действием только в том случае, если ACC промежуточно не изменялась из программы обработки детали.

Заданное ускорение может изменяться и через синхронные действия (см. Описание функций, синхронные действия).

Пример:

Программный код
...
N100 EVERY \$A_IN[1] DO POS[X]=50 FA[X]=2000 ACC[X]=140

Актуальное значение ускорения может быть запрошено с помощью системной переменной \$AA_ACC[<ось>]. Через машинные данные можно установить, должно ли при RESET/завершении программы обработки детали действовать последнее установленное значение ACC или 100%.

8.8 Подача с наложением маховичка (FD, FDA)

С помощью команд FD и FDA можно перемещать оси в процессе выполнения программы обработки детали с помощью маховичков. При этом на запрограммированные движения перемещения осей накладываются нормированные как данные хода или скорости сигналы маховичка.

Траекторные оси

Для траекторных осей возможно наложение запрограммированной подачи по траектории. При этом обрабатывается маховичок 1-ой гео-оси канала. Нормированные в зависимости от направления вращения импульсы маховичка на такт IPO соответствуют накладываемой скорости движения по траектории. Предельные значения скорости движения по траектории, которые могут быть достигнуты через наложение маховичка:

- Минимальное значение: 0
- Максимальное значение: Предельные значения машинных данных участвующих в движении перемещения траекторных осей

Примечание

Подача по траектории

Подача по траектории F и подача маховичка FD не могут быть запрограммированы в одном кадре ЧПУ.

Позиционирующие оси

Для позиционирующих осей возможно осевое наложение пути перемещения или скорости. При этом обрабатывается согласованный с осью маховичок.

- Наложение перемещения
Нормированные в зависимости от направления вращения импульсы маховичка соответствуют пути, который должен быть пройден осью. При этом учитываются только импульсы маховичка в направлении к запрограммированной позиции.
- Наложение скорости
Нормированные в зависимости от направления вращения импульсы маховичка на такт IPO соответствуют накладываемой осевой скорости. Предельные значения скорости движения по траектории, которые могут быть достигнуты через наложение маховичка:
 - Минимальное значение: 0
 - Максимальное значение: Предельные значения машинных данных позиционирующей оси

Подробное описание параметрирования маховичков можно найти в:

Литература

/FB2/ Описание функций "Дополнительные функции", Перемещение вручную и перемещение вручную маховичком (H1)

Синтаксис

FD=<скорость>

FDA [<ось>]=<скорость>

Объяснение

FD=< скорость > :

Подача по траектории и разрешение наложения скорости через маховичок.

<скорость>:

- Значение = 0: запрещено!
- Значение $\neq 0$: Скорость движения по траектории

FDA [<ось>]=<скорость> :

Осевая подача

<скорость>:

- Значение = 0: Задача перемещения через маховичок
- Значение $\neq 0$: Осевая скорость

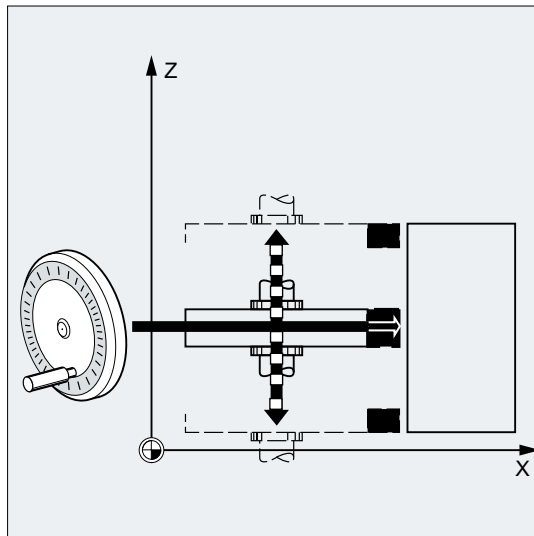
<ось>:

Идентификатор позиционирующей оси

Примечание

FD и FDA действуют покадрово.

Пример



Заданное перемещение: Качающийся в направлении Z шлифовальный круг через маховичок движется в направлении X к детали.

При этом оператор может осуществлять ручную подачу до равномерного искрения. Посредством активации "Стирания остатка пути" осуществляется переход в следующий кадр ЧПУ и работа продолжается в режиме АВТО.

Дополнительная информация

Перемещение траекторных осей с наложением скорости (FD=<скорость>)

Для кадра программы обработки детали, в котором запрограммировано наложение скорости движения по траектории, должны быть выполнены следующие условия:

- Команда перемещения G1, G2 или G3 активна
- Точный останов G60 активен
- Линейная подача G94 активна

Процентовка подачи

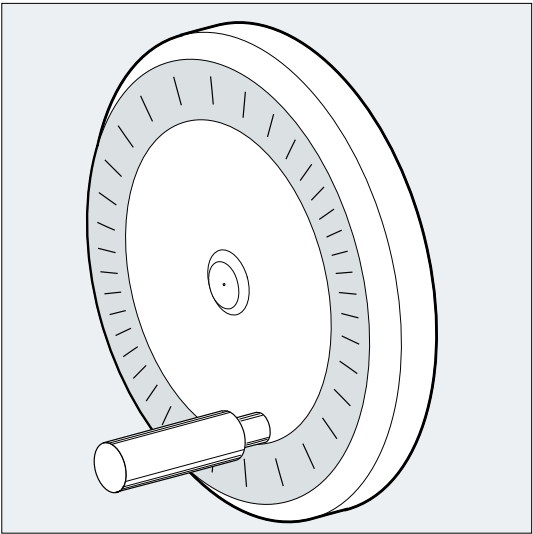
Процентовка подачи действует только на запрограммированную скорость движения по траектории, но не на созданный маховичком компонент скорости (исключение: процентовка подачи = 0).

Пример:

Программный код	Описание
N10 X... Y... F500	; Подача по траектории = 500 мм/мин
N20 X... Y... FD=700	; Подача по траектории = 700 мм/мин и наложение скорости через маховичок. ; В N20 происходит разгон с 500 до 700 мм/мин. Через маховичок в зависимости от направления вращения можно изменять скорость движения по траектории между 0 и макс. значением (машинные данные).

Перемещение позиционирующих осей с заданным перемещением (FDA[<ось>]=0)

В кадре ЧПУ с запрограммированной FDA [<ось>]=0 подача устанавливается на ноль, поэтому со стороны программы движение перемещения не выполняется. Запрограммированное движение перемещения к заданному конечному положению теперь управляется исключительно оператором посредством вращения маховичка.



Пример:

Программный код	Описание
...	
N20 POS[V]=90 FDA[V]=0	; Заданное конечное положение = 90 мм, осевая подача = 0 мм/мин и наложение перемещения через маховичок. ; Скорость оси V в начале кадра = 0 мм/мин. ; Перемещение и скорость задаются через импульсы маховичка

Направление движения, скорость движения:

Оси перемещаются в соответствии со знаком точно по заданному импульсами маховичка пути. В зависимости от направления вращения, возможно движение вперед и назад. Чем быстрее вращается маховичок, тем выше скорость перемещения.

Диапазон перемещения:

Диапазон перемещения ограничивается стартовой позицией и запрограммированной конечной точкой.

Перемещение позиционирующих осей с наложением скорости (FDA[<ось>]=<скорость>)

В кадре ЧПУ с запрограммированной FDA [...] = ... подача ускоряется или замедляется от последнего запрограммированного значения FA до запрограммированного в FDA значения. Исходя из актуальной подачи FDA запрограммированное движение к позиции назначения с помощью вращения маховичка может ускоряться или замедляться до нуля. В качестве максимальной скорости действуют спараметрированные в машинных данных значения.

Пример:

Программный код	Описание
N10 POS[V]=... FA[V]=100	; Осевая подача = 100 мм/мин
N20 POS[V]=100 FAD[V]=200	; Осевое заданное конечное положение = 100, осевая подача = 200 мм/мин ; и наложение скорости через маховичок. ; В N20 происходит разгон с 100 до 200 мм/мин. Через ; маховичок возможно зависящее от направления вращения изменение скорости ; между 0 и макс. значением (машинные данные)

Диапазон перемещения:

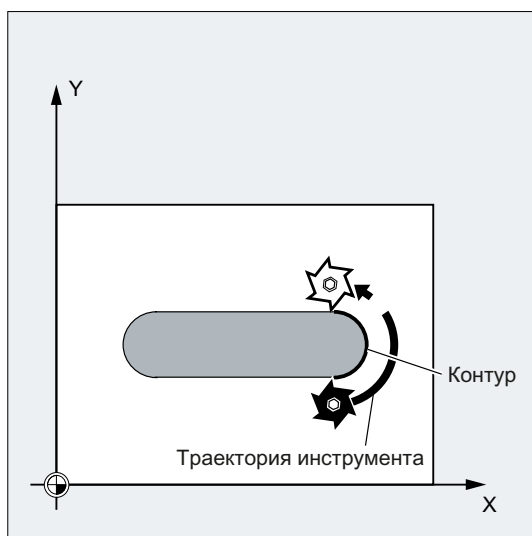
Диапазон перемещения ограничивается стартовой позицией и запрограммированной конечной точкой.

8.9 Оптимизация подачи для изогнутых участков траектории (CFTCP, CFC, CFIN)

Запрограммированная подача при включенном режиме коррекции G41/G42 для радиуса фрезы относится, прежде всего, к траектории центра фрезы (ср. главу "Трансформации координат (фреймы) (Страница 327)").

При фрезеровании окружности (это же относится и к полиномиальной и сплайн-интерполяции) подача на кромке фрезы при определенных обстоятельствах изменяется до такой степени, что это отрицательно влияет на результат обработки.

Пример: Фрезерование небольшого наружного радиуса большим инструментом. Путь, который должна пройти наружная сторона фрезы, значительно больше пути вдоль контура.



Из-за этого работа на контуре осуществляется с очень маленькой подачей. Чтобы избежать таких эффектов, необходимо соответствующее управление подачей для изогнутых контуров.

Синтаксис

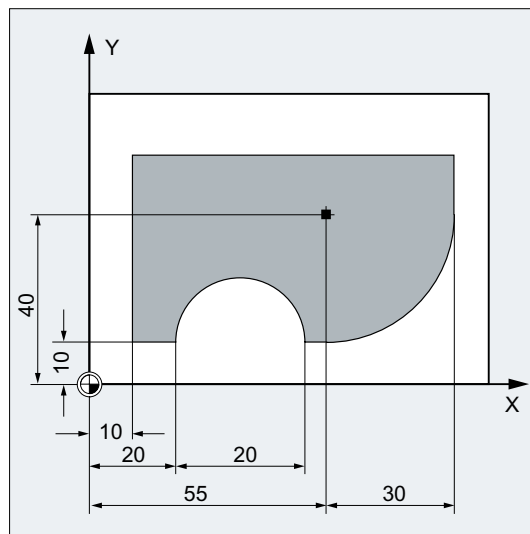
CFTCP
CFC
CFIN

8.9 Оптимизация подачи для изогнутых участков траектории (CFTCP, CFC, CFIN)

Объяснение

CFTCP:	Постоянная подача на траектории центра фрезы СЧПУ поддерживает скорость подачи постоянной, процентовки подачи отключаются.
CFC:	Постоянная подача на контуре (резец инструмента) Эта функция является стандартной предварительной установкой.
CFIN:	Постоянная подача на резце инструмента только на изогнутых внутрь контурах, в иных случаях на траектории центра фрезы Скорость подачи уменьшается на внутренних радиусах.

Пример

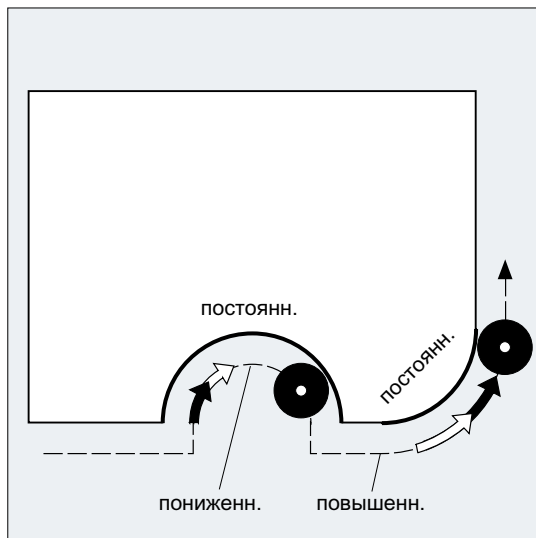


В этом примере сначала изготавливается контур с откорректированной CFC подачей. При чистовой обработке фрезеруемая поверхность дополнительно обрабатывается с CFIN. Благодаря этому удастся предотвратить повреждение фрезеруемой поверхности на наружных радиусах из-за слишком высокой скорости подачи.

Программный код	Комментарий
N10 G17 G54 G64 T1 M6	
N20 S3000 M3 CFC F500 G41	
N30 G0 X-10	
N40 Y0 Z-10	; Подача на первую глубину резания
N50 KONTUR1	; Вызов подпрограммы
N40 CFIN Z-25	; Подача на вторую глубину резания
N50 KONTUR1	; Вызов подпрограммы
N60 Y120	
N70 X200 M30	

Дополнительная информация

Постоянная подача на контуре с CFC



Скорость подачи уменьшается на внутренних радиусах, увеличивается на наружных радиусах. Таким образом, скорость на резце инструмента и тем самым на контуре остается постоянной.

8.10 Несколько значений подачи в одном кадре (F, ST, SR, FMA, STA, SRA)

С помощью функции "Несколько значений подачи в одном кадре", в зависимости от внешних цифровых и/или аналоговых входов, возможна синхронная с движением активация различных значений подачи одного кадра ЧПУ, времени ожидания, а также отвода

Синтаксис

Движение по траектории:

F=... F7=... F6=... F5=... F4=... F3=... F2=... ST=... SR=...

Осевое движение:

FA[<Ax>]=... FMA[7,<Ax>]=... FMA[6,<Ax>]=... FMA[5,<Ax>]=...

FMA[4,<Ax>]=... FMA[3,<Ax>]=... FMA[2,<Ax>]=... STA[<Ax>]=...

SRA[<Ax>]=...

Значение

F=... :	По адресу F программируется подача по траектории, действующая до тех пор, пока нет входного сигнала.
	Активность: модально
F2=... до F7=... :	Дополнительно к подаче по траектории могут быть запрограммированы до 6-ти других подач в кадре. Числовое расширение указывает битовый номер входа, при изменении которого начинает действовать подача.
	Активность: покадрово
ST=... :	Время ожидания в сек (для шлифовальной технологии: время выхаживания)
	Входной бит: 1
	Активность: покадрово
SR=... :	Путь отвода Единица для пути отвода относится к актуальной действующей единице измерения (мм или дюймы).
	Входной бит: 0
	Активность: покадрово
FA[<Ax>]=... :	По адресу FA программируется осевая подача, действующая до тех пор, пока нет входного сигнала.
	Активность: модально
FMA[2,<Ax>]=... до FMA[7,<Ax>]=... :	В дополнение к осевой подаче FA, с помощью FMA в кадре может быть запрограммировано до 6 других подач на ось. Первый параметр указывает битовый номер входа, второй ось, для которой должна действовать подача.
	Активность: покадрово

STA [<Ax>] = . . . :	осевое время ожидания в сек (для шлифовальной технологии: время выхаживания)	
	Входной бит:	1
	Активность:	покадрово
SRA [<Ax>] = . . . :	осевой путь отвода	
	Входной бит:	0
	Активность:	покадрово
<Ax>:	ось, для которой должна действовать подача	

Примечание**Приоритет сигналов**

Последовательность опроса сигналов действует от входного бита 0 (E0) в растущей последовательности. Тем самым движение отвода имеет высший, а подача F7 низший приоритет. Время ожидания и движение отвода завершают движения подачи, активированные с F2 до F7.

Сигнал с высшим приоритетом определяет актуальную подачу.

Примечание**Стирание остатка пути**

Если активируется вход бит 1 для времени ожидания или путь отвода бит 0, то остаточный путь для траекторных осей или соответствующих отдельных осей стирается и запускается время ожидания или отвод.

Примечание**Путь отвода**

Единица для пути отвода относится к актуальной действующей единице измерения (мм или дюймы).

Отвод всегда выполняется в направлении, противоположном текущему движению. С SR/SRA всегда программируется величина отвода. Знак не программируется.

Примечание**POS вместо POSA**

Если для оси запрограммированы подачи, время ожидания или путь отвода на основе внешнего входа, то эта ось в этом кадре не может быть запрограммирована как ось POSA (позиционирующая ось за границы кадра).

Примечание**Опрос состояния**

Состояние входа может быть запрошено и для синхронных команд различных осей.

Примечание**LookAhead**

LookAhead действует и при нескольких подачах в одном кадре. Таким образом, актуальная подача может быть ограничена через LookAhead.

Примеры**Пример 1: Движение по траектории**

Программный код	Комментарий
G1 X48 F1000 F7=200 F6=50 F5=25 F4=5 ST=1.5 SR=0.5	; Подача по траектории = 1000 ; Дополнительные значения подачи по траектории: ; 200 (входной бит 7) ; 50 (входной бит 6) ; 25 (входной бит 5) ; 5 (входной бит 4) ; Время ожидания 1,5 с ; Отвод 0,5 мм

Пример 2: Осевое движение

Программный код	Комментарий
POS[A]=300 FA[A]=800 FMA[7,A]=720 FMA[6,A]=640 FMA[5,A]=560 STA[A]=1.5 SRA[A]=0.5	; Подача для оси A = 800 ; Дополнительные значения подачи для оси A: 720 (входной бит 7) ; 640 (входной бит 6) ; 560 (входной бит 5) ; Осевое время ожидания: 1,5 с ; Осевой отвод: 0,5 мм

Пример 3: Несколько рабочих ходов в одном кадре

Программный код	Комментарий
N20 T1 D1 F500 G0 X100	Исходное положение
N25 G1 X105 F=20 F7=5 F3=2.5 F2=0.5 ST=1.5 SR=0.5	; Обычная подача с F, ; черновая обработка с F7, ; чистовая обработка с F3, ; отделочная обработка с F2, ; время ожидания 1,5 с, ; путь отвода 0,5 мм
...	

8.11 Покадровая подача (FB)

С помощью функции "Покадровая подача" для отдельного кадра может быть задана отдельная подача. После этого кадра снова активна действовавшая до этого модальная подача.

Синтаксис

FB=<значение>

Объяснение

FB:	Подача только для текущего кадра
<ЗНАЧЕНИЕ>:	Запрограммированное значение должно быть больше нуля. Интерпретация осуществляется в соответствии с активным типом подачи: • G94: подача в мм/мин или градусах/мин • G95: подача в мм/оборот или дюймов/оборот • G96: постоянная скорость резания

Примечание

Если в кадре не запрограммировано движение перемещения (например, кадр вычисления), то FB не действует.

Если не запрограммировано явной подачи для фаски/закругления, то значение FB действует и для имеющегося в этом кадре элемента контура "фаска/закругление".

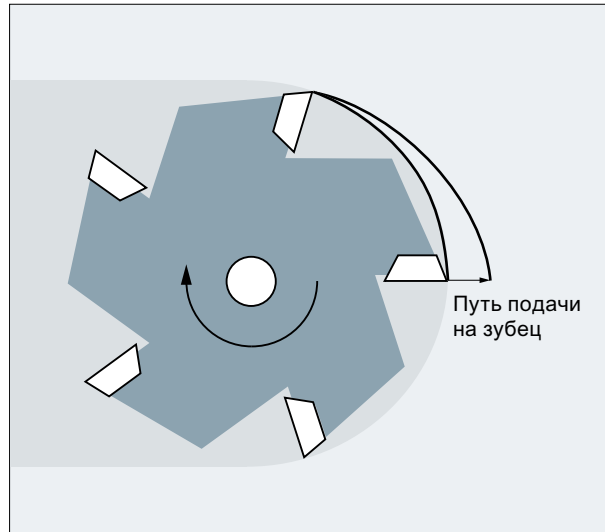
Интерполяции подачи FLIN, FCUB, ... возможны без ограничений.

Одновременное программирование FB и FD (перемещение вручную маховичком с наложением подачи) или F (модальная подача по траектории) **не** возможно.

Пример

Программный код	Комментарий
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94	; Исходное положение
N20 G1 X10	; Подача 100 мм/мин
N30 X20 FB=80	; Подача 80 мм/мин
N40 X30	; Подача снова 100 мм/мин.
...	

8.12 Подача на зуб (G95 FZ)



Через параметр инструмента \$TC_DPNT (число зубьев) активного блока данных коррекции инструмента СЧПУ из запрограммированной подачи на зуб вычисляет для каждого кадра перемещения эффективную окружную подачу:

$$F = FZ * \$TC_DPNT$$

где: F: Окружная подача в мм/об или дюймов/об
FZ: Подача на зуб в мм/зуб или дюймов/зуб
\$TC_DPNT: Системная переменная параметров инструмента: Число зубьев/об

Тип инструмента (\$TC_DP1) активного инструмента не учитывается.

Запрограммированная подача на зуб не зависит от смены инструмента и выбора/отмены блока данных коррекции инструмента и сохраняется модально.

Изменение параметра инструмента \$TC_DPNT активного резца вступает в силу при следующем выборе коррекции инструмента или следующей актуализации активных данных коррекции.

Смена инструмента и выбор/отмена блока данных коррекции инструмента приводят к новому вычислению действующей окружной подачи.

Примечание

Подача на зуб относится только в траектории, спец. для оси программирование невозможно.

Синтаксис

G95 FZ...

Объяснение

G95:	Тип подачи: Окружная подача в мм/об или дюймов/об (в зависимости от G700/G710) По G95 см. "Подача (G93, G94, G95, F, FGROUP, FL, FGREF) (Страница 109)"	
FZ:	Скорость подачи на зуб	
	Активация:	с G95
	Активность:	модально
	Единица измерения:	мм/зуб или дюймов/зуб (в зависимости от G700/G710)

ВНИМАНИЕ**Смена инструмента / смена мастер-шпинделя**

Последующая смена инструмента или смена мастер-шпинделя должны быть учтены пользователем через соответствующее программирование, к примеру, повторное программирование FZ.

ВНИМАНИЕ**Не определенное использование инструмента**

Технологические требования, к примеру, попутное или встречное фрезерование, торцовое или окружное плоское фрезерование и т. п., а также геометрия траектории (прямая, окружность, ...) не учитываются автоматически. Поэтому необходимо учитывать данные факторы при программировании подачи на зуб.

Примечание**Переключение между G95 F... и G95 FZ...**

При переключении между G95 F... (окружная подача) и G95 FZ... (подача на зуб) соответствующее не активное значение подачи удаляется.

Примечание**Производная подача с FPR**

С помощью FPR, аналогично окружной подачи, и подача на зуб может быть производной от любой круговой оси или шпинделя (см. "Подача для позиционирующих осей/шпинделей (FA, FPR, FPRAON, FPRAOF) (Страница 129)").

Примеры

Пример 1: Фреза с 5 зубьями (\$TC_DPNE = 5)

Программный код	Комментарий
N10 G0 X100 Y50	
N20 G1 G95 FZ=0.02	; Подача на зуб 0,02 мм/зуб
N30 T3 D1	; Установить инструмент и активировать блок данных коррекции на инструмент.
M40 M3 S200	; Скорость шпинделя 200 об/мин

Программный код	Комментарий
N50 X20	; Фрезерование с: $FZ = 0,02 \text{ мм/зуб}$ эффективная окружная подача: $F = 0,02 \text{ мм/зуб} * 5 \text{ зубьев/об} = 0,1 \text{ мм/об}$ или $F = 0,1 \text{ мм/об} * 200 \text{ об/мин} = 20 \text{ мм/мин}$
...	

Пример 2: Переключение между G95 F... и G95 FZ...

Программный код	Комментарий
N10 G0 X100 Y50	
N20 G1 G95 F0.1	; Окружная подача 0,1 мм/об
N30 T1 M6	
N35 M3 S100 D1	
N40 X20	
N50 G0 X100 M5	
N60 M6 T3 D1	; Установить инструмент с 5 зубьями (\$TC_DPNE = 5) .
N70 X22 M3 S300	
N80 G1 X3 G95 FZ=0.02	; Переключение с G95 F... на G95 FZ..., подача на зуб с 0,02 мм/зуб активна.
...	

Пример 3: Отвод подачи на зуб от шпинделя (FBR)

Программный код	Комментарий
...	
N41 FPR(S4)	; Инструмент в шпинделе 4 (не мастер-шпиндель).
N51 G95 X51 FZ=0.5	; Подача на зуб 0,5 мм/зуб в зависимости от шпинделя S4 .
...	

Пример 4: Последующая смена инструмента

Программный код	Комментарий
N10 G0 X50 Y5	
N20 G1 G95 FZ=0.03	; Подача на зуб 0,03 мм/зуб
N30 M6 T11 D1	; Установить инструмент с 7 зубьями (\$TC_DPNE = 7) .
N30 M3 S100	
N40 X30	; Эффективная окружная подача 0,21 мм/об
N50 G0 X100 M5	
N60 M6 T33 D1	; Установить инструмент с 5 зубьями (\$TC_DPNE = 5) .
N70 X22 M3 S300	
N80 G1 X3	; Подача на зуб модальная 0,03 мм/зуб, эффективная окружная подача 0,15 мм/об
...	

Пример 5: Смена мастер-шпинделя

Программный код	Комментарий
N10 SETMS (1)	; Шпиндель 1 это мастер-шпиндель.
N20 T3 D3 M6	; Инструмент 3 устанавливается в шпиндель 1.
N30 S400 M3	; Скорость S400 шпинделя 1 (и тем самым T3) .
N40 G95 G1 FZ0.03	; Подача на зуб 0,03 мм/зуб
N50 X50	; Движение по траектории, эффективная подача зависит от: - подача на зуб FZ - скорость шпинделя 1 - число зубьев активного инструмента T3
N60 G0 X60	
...	
N100 SETMS (2)	; Шпиндель 2 становится мастер-шпинделем.
N110 T1 D1 M6	; Инструмент 1 устанавливается в шпиндель 2.
N120 S500 M3	; Скорость S500 шпинделя 2 (и тем самым T1) .
N130 G95 G1 FZ0.03 X20	; Движение по траектории, эффективная подача зависит от: - подача на зуб FZ - скорость шпинделя 2 - число зубьев активного инструмента T1

Примечание

После смены мастер-шпинделя (N100) необходимо установить инструмент (N110), который приводится шпинделем 2.

Дополнительная информация**Переключение между G93, G94 и G95**

FZ может быть запрограммирована и при не активной G95, но не действует и удаляется при выборе G95, т. е. при переключении между G93, G94 и G95 аналогично F удаляется и значение FZ.

Повторный выбор G95

Повторный выбор G95 при уже активной G95 не действует (если при этом не запрограммировано переключения между F и FZ).

Действующая покадрово подача (FB)

Действующая покадрово подача FB... при активной G95 FZ... (модально) интерпретируется как подача на зуб.

Механизм SAVE

В подпрограммах с атрибутом SAVE FZ, аналогично F, записывается на значение перед стартом подпрограммы.

Несколько значений подачи в одном кадре

Функция "Несколько значений подачи в одном кадре" при подаче на зуб невозможна.

Синхронные действия

Подача FZ из синхронных действий невозможна.

Чтение скорости подачи на зуб и типа подачи по траектории

Возможно чтение скорости подачи на зуб и типа подачи по траектории через системные переменные:

- С остановкой предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

	\$AC_FZ	Скорость подачи на зуб, которая действовала при подготовке актуального кадра главного хода.	
	\$AC_F_TYPE	Тип подачи по траектории, который действовал при подготовке актуального кадра главного хода.	
		Величина:	Значение:
		0	мм/мин
		1	мм/об
		2	дюймов/мин
		3	дюймов/об
		11	мм/зуб
		33	дюймов/зуб

- Без остановки предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

	\$P_FZ	Запрограммированная скорость подачи на зуб	
	\$P_F_TYPE	Запрограммированный тип подачи по траектории	
		Величина:	Значение:
		0	мм/мин
		1	мм/об
		2	дюймов/мин
		3	дюймов/об
		11	мм/зуб
		33	дюймов/зуб

Примечание

Если G95 не активна, то переменные \$P_FZ и \$AC_FZ всегда дают значение ноль.

Геометрические установки

9.1 Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153)

С помощью команд G54–G57 и G505–G599 установленные через интерфейс пользователя значения соответствующих настраиваемых смещений нулевой точки активируются для смещения системы координат детали относительно базовой системы координат.

синтаксис

Включение:

G54
...
G57
G505
...
G599

Выключение или подавление:

G500
G53
G153
SUPA

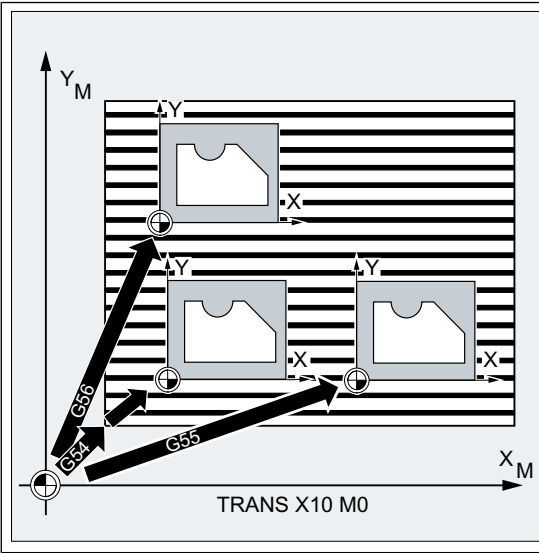
Объяснение

G54 ... G57:	Вызов 1-го до 4-го настраиваемого смещения нулевой точки (WO)	
G505 ... G599:	Вызов 5-го до 99-го настраиваемого WO	
G500:	Отключение текущего настраиваемого WO	
	G500=нулевой фрейм: (стандартная настройка; не содержит смещения, вращения, отражения или масштабирования)	Отключение настраиваемого WO до следующего вызова, активация общего базового фрейма (\$P_ACTBFRAME).
	G500 не равна 0:	Активация первого настраиваемого смещения нулевой точки (\$P_UIFR[0]) и активация общего базового фрейма (\$P_ACTBFRAME) или активируется возможно измененный базовый фрейм.
G53:	G53 подавляет покадрово настраиваемое WO и программируемое WO.	

9.1 Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153)

G153:	G153 действует как G53 и дополнительно подавляет общий базовый фрейм.
SUPA:	SUPA действует как G153 и дополнительно подавляет: • смещения маховичком (DRF) • наложенные движения • внешнее WO • смещение PRESET

Пример



3 детали, расположенные на одной палете согласно значениям смещения нулевой точки G54–G56, должны быть обработаны последовательно. Последовательность обработки запрограммирована в подпрограмме L47.

Программный код	Комментарий
N10 G0 G90 X10 Y10 F500 T1	; подвод
N20 G54 S1000 M3	; Вызов первого WO, шпиндель вправо
N30 L47	; Выполнение программы как подпрограммы
N40 G55 G0 Z200	; Вызов второго WO, Z через препятствие
N50 L47	; Выполнение программы как подпрограммы
N60 G56	; Вызов третьего WO
N70 L47	; Выполнение программы как подпрограммы
N80 G53 X200 Y300 M30	; Подавление смещения нулевой точки, конец программы

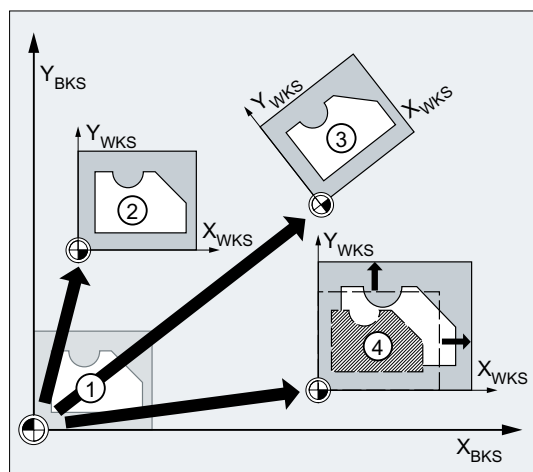
Дополнительная информация

В принципе, настраиваемое смещение нулевой точки – это настраиваемый фрейм (Страница 327). Поэтому при настраиваемом смещении нулевой точки доступны следующие компоненты или значения фрейма:

- Смещение
- Вращение

9.1 Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153)

- Масштабирование
- Масштаб



- ① Исходное положение в BKS
- ② Смещение
- ③ Смещение + вращение
- ④ Смещение + масштабирование

Рисунок 9-1 Смещения нулевой точки

Ввод значений фрейма для настраиваемых смещений нулевой точки осуществляется через интерфейс пользователя:

SINUMERIK Operate: Область управления "Параметры" > "Смещения нулевой точки" > "Подробно"

SINUMERIK 828D

В случае SINUMERIK 828D вызов 5-го и 6-го настраиваемого смещения нулевой точки осуществляется с помощью G58 или G59.

Команды G505 и G506 недоступны для SINUMERIK 828D.

Параметрируемое число настраиваемых фреймов (G505 - G599)

Число настраиваемых пользователем смещений нулевой точки (G505 - G599) для отдельного канала можно устанавливать через:

MD28080 \$MC_MM_NUM_USER_FRAMES = <число>

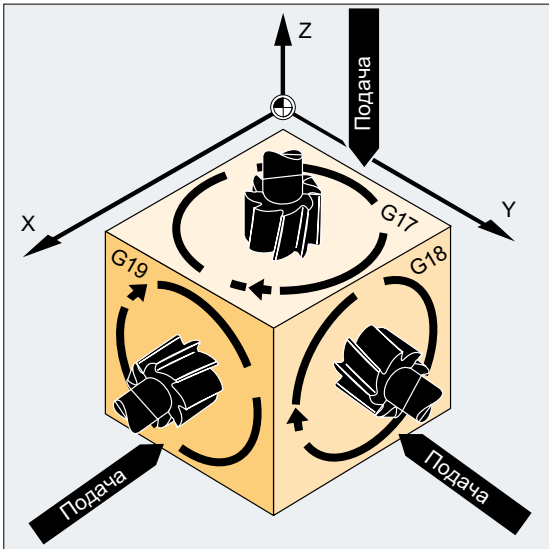
См. также

Программируемое смещение нулевой точки (G58, G59) (Страница 337)

9.2 Выбор рабочей плоскости (G17/G18/G19)

Посредством указания рабочей плоскости, в которой должен быть изготовлен желаемый контур, одновременно устанавливаются следующие функции:

- Плоскость для коррекции радиуса инструмента.
- Направление подачи для коррекции длин инструмента в зависимости от типа инструмента.
- Плоскость для круговой интерполяции.



Синтаксис

G17/G18/G19 ...

Значение

G17:	Рабочая плоскость X/Y Направление подачи Z выбор плоскости 1-й – 2-й гео-оси
G18:	Рабочая плоскость Z/X Направление подачи Y выбор плоскости 3-й – 1-й гео-оси
G19:	Рабочая плоскость Y/Z Направление подачи X выбор плоскости 2-й – 3-й гео-оси

Примечание

В первичной установке для фрезерования предустановленна G17 (плоскость X/Y), а для токарной обработки - G18 (плоскость Z/X).

При вызове коррекции траектории инструмента G41/G42 (см. главу "Коррекции радиуса инструмента (Страница 267)") рабочая плоскость должна быть указана, чтобы СЧПУ могла исправить длину и радиус инструмента.

Пример

"Классический" метод при фрезеровании:

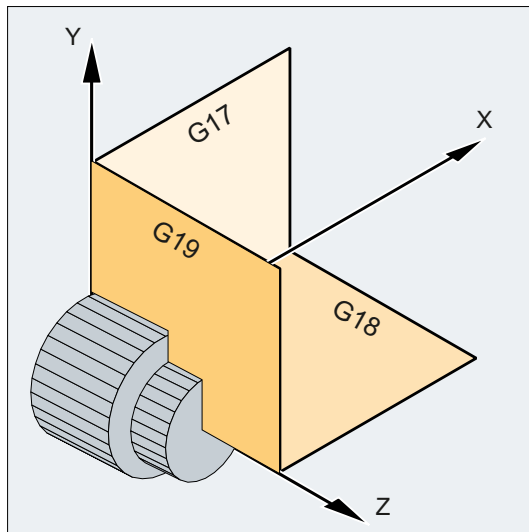
1. Определить рабочую плоскость (G17 основная установка для фрезерования).
2. Вызвать тип инструмента (T) и значения коррекции инструмента (D).
3. Включить коррекцию траектории (G41).
4. Запрограммировать движения перемещения.

Программный код	Комментарий
N10 G17 T5 D8	; Вызов рабочей плоскости X/Y, вызов инструмента. Коррекция длин осуществляется в направлении Z.
N20 G1 G41 X10 Y30 Z-5 F500	; Коррекция радиуса осуществляется в плоскости X/Y.
N30 G2 X22.5 Y40 I50 J40	; Круговая интерполяция/коррекция радиуса инструмента в плоскости X/Y.

Дополнительная информация**Общая информация**

Рекомендуется установить рабочую плоскость G17 до G19 уже в начале программы. В первичной установке для токарной обработки G18 предустановлена плоскость Z/X.

Токарная обработка:



СЧПУ для вычисления направление вращения необходимо указание рабочей плоскости (см. круговую интерполяцию G2/G3).

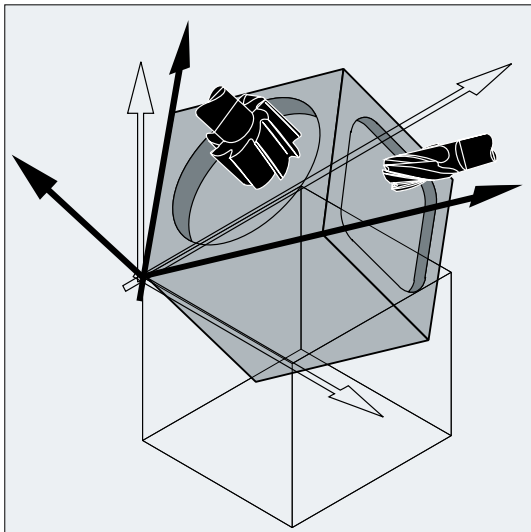
Обработка в наклонных плоскостях

Посредством вращения системы координат с помощью ROT (см. главу "Смещение системы координат") оси координат накладываются на наклонную поверхность. Рабочие плоскости также соответственно поворачиваются.

Коррекция длин инструмента в наклонных плоскостях

Коррекция длин инструмента всегда вычисляется относительно зафиксированной в пространстве, не повернутой рабочей плоскости.

Фрезерование:



Примечание

С помощью функций для "Коррекции длин инструмента для ориентируемых инструментов" можно вычислить компоненты длин инструмента в соответствии с повернутыми рабочими плоскостями.

Выбор плоскости коррекции осуществляется с помощью CUT2D, CUT2DF. Подробности по этой теме, а также по этой возможности вычисления, см. главу "Коррекции радиуса инструмента (Страница 267)".

Для пространственного определения рабочей плоскости СЧПУ предлагает очень удобные возможности для трансформаций координат. Подробности см. главу "Трансформации координат (фреймы) (Страница 327)".

9.3 Указание размеров

Основой большинства программ ЧПУ является чертеж детали с правильным указанием размеров.

Размеры могут быть указаны:

- как абсолютный или составной размер
- в миллиметрах или дюймах
- в радиусе или диаметре (для токарной обработки)

Для прямой передачи данных из габаритного чертежа (без пересчета) в программу ЧПУ, пользователю для различных возможностей по указанию размеров доступны специфические команды программирования.

9.3.1 Указание абсолютного размера (G90, AC)

При указании абсолютных размеров данные позиций всегда относятся к нулевой точке актуальной действующей системы координат, т. е. программируется абсолютная позиция, к которой должен двигаться инструмент.

Действующее модально указание абсолютного размера

Действующее модально указание абсолютного размера активируется с помощью команды G90. Оно всегда действует для всех осей, которые программируются в последующих кадрах ЧПУ.

Действующее покадрово указание абсолютного размера

При предустановленном составном размере (G91) с помощью команды AC для отдельных осей возможно покадровое указание абсолютного размера.

Примечание

Действующее покадрово указание абсолютного размера (AC) возможно и для позиционирований шпинделя (SPOS, SPOSA) и параметров интерполяции (I, J, K).

Синтаксис

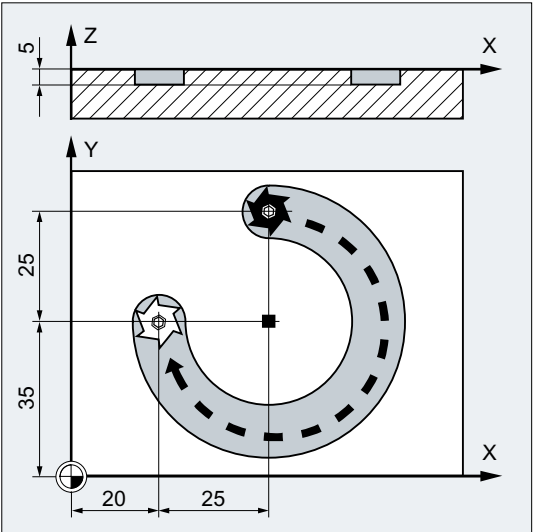
G90
<ось>=AC (<значение>)

Значение

G90:	Команда для активации действующего модально указания абсолютного размера
AC:	Команда для активации действующего покадрово указания абсолютного размера
<ось>:	Идентификатор перемещаемой оси
<значение>:	Заданная позиция перемещаемой оси в абсолютном размере

Примеры

Пример 1: Фрезерование

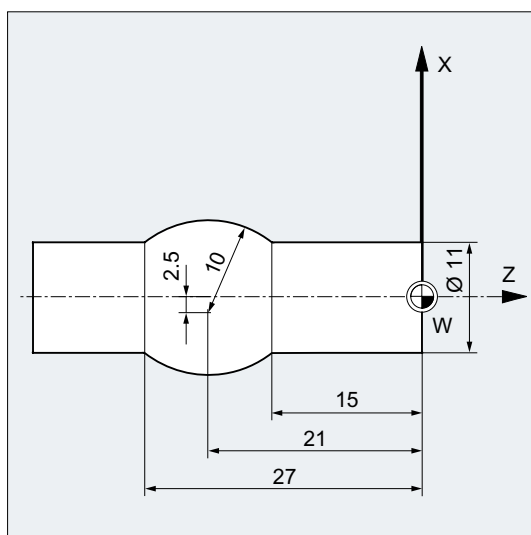


Программный код	Комментарий
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3	; Ввод абсолютного размера, ускоренным ходом на позицию XYZ, выбор инструмента, шпиндель включен с правым направлением вращения.
N20 G1 Z-5 F500	; Линейная интерполяция, подача инструмента.
N30 G2 X20 Y35 I=AC(45) J=AC(35)	; Круговая интерполяция по часовой стрелке, конечная точка и центр окружности в абсолютном размере.
N40 G0 Z2	; Вывод.
N50 M30	; Конец кадра.

Примечание

По вводу координат центра окружности I и J см. главу "Круговая интерполяция".

Пример 2: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
N5 T1 D1 S2000 M3	; Установка инструмента T1, шпиндель включен с правым направлением вращения.
N10 G0 G90 X11 Z1	; Ввод абсолютного размера, ускоренным ходом на позицию XZ.
N20 G1 Z-15 F0.2	; Линейная интерполяция, подача инструмента.
N30 G3 X11 Z-27 I=AC(-5) K=AC(-21)	; Круговая интерполяция против часовой стрелки, конечная точка и центр окружности в абсолютном размере.
N40 G1 Z-40	; Вывод.
N50 M30	; Конец кадра.

Примечание

По вводу координат центра окружности I и J см. главу "Круговая интерполяция".

См. также

Указание абсолютного и составного размера при токарной обработке и фрезеровании (G90/G91) (Страница 165)

9.3.2 Указание составного размера (G91, IC)

При указании составного размера данные позиции относятся к последней точке, к которой был осуществлен подвод, т. е. программирование в составном размере описывает, на сколько должен быть перемещен инструмент.

Действующее модально указание составного размера

Действующее модально указание составного размера активируется с помощью команды G91. Оно всегда действует для всех осей, которые программируются в последующих кадрах ЧПУ.

Действующее покадрово указание составного размера

При предустановленном абсолютном размере (G90) с помощью команды IC для отдельных осей возможно покадровое указание составного размера.

Примечание

Действующее покадрово указание составного размера(IC) возможно и для позиционирований шпинделя (SPOS, SPOSA) и параметров интерполяции (I, J, K).

Синтаксис

G91
<ось>=IC (<значение>)

Значение

G91:	Команда для активации действующего модально указания составного размера
IC:	Команда для активации действующего покадрово указания составного размера
<ось>:	Идентификатор перемещаемой оси
<значение>:	Заданная позиция перемещаемой оси в составном размере

Расширение G91

Для определенных приложений, как то, к примеру, "режим касания", требуется пройти в составном размере только запрограммированный путь. Активное смещение нулевой точки или коррекция длин инструмента не проходится.

Такое поведение может быть установлено отдельно для активного смещения нулевой точки и коррекции длин инструмента через следующие установочные данные:

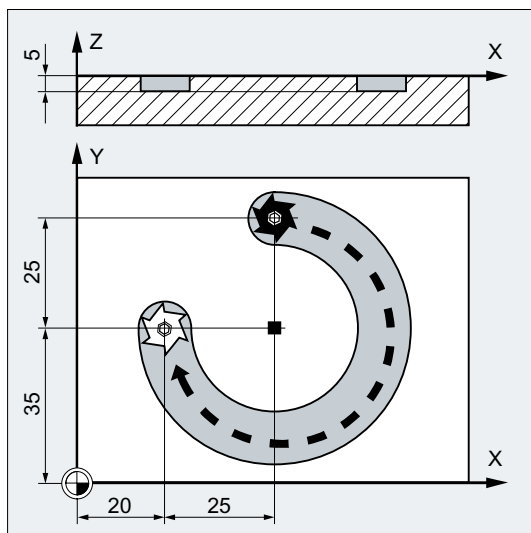
SD42440 \$SC_FRAME_OFFSET_INCR_PROG (смещения нулевой точки во фреймах)

SD42442 \$SC_TOOL_OFFSET_INCR_PROG (коррекции длин инструмента)

Значение	Значение
0	При инкрементальном программировании (указание составного размера) оси активное смещение нулевой точки или коррекция длин инструмента не выводится.
1	При инкрементальном программировании (указание составного размера) оси активное смещение нулевой точки или коррекция длин инструмента выводится.

Примеры

Пример 1: Фрезерная обработка

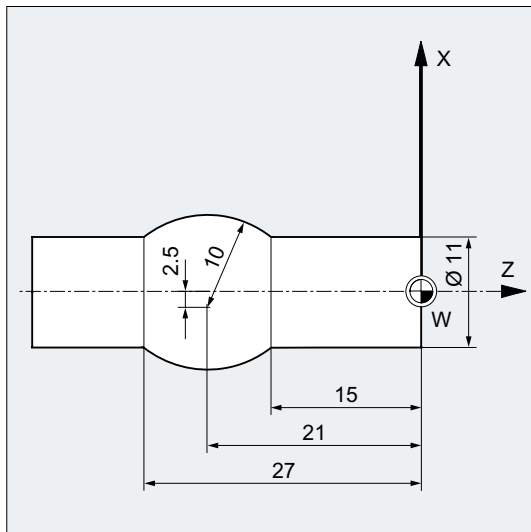


Программный код	Комментарий
N10 G90 G0 X45 Y60 Z2 T1 S2000 M3	; Ввод абсолютного размера, ускоренным ходом на позицию XYZ, выбор инструмента, шпиндель включен с правым направлением вращения.
N20 G1 Z-5 F500	; Линейная интерполяция, подача инструмента.
N30 G2 X20 Y35 I0 J-25	; Круговая интерполяция по часовой стрелке, конечная точка окружности в абсолютном размере, центр окружности в составном размере.
N40 G0 Z2	; Вывод.
N50 M30	; Конец кадра.

Примечание

По вводу координат центра окружности I и J см. главу "Круговая интерполяция".

Пример 2: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
N5 T1 D1 S2000 M3	; Установка инструмента T1, шпиндель включен с правым направлением вращения.
N10 G0 G90 X11 Z1	; Ввод абсолютного размера, ускоренным ходом на позицию XZ.
N20 G1 Z-15 F0.2	; Линейная интерполяция, подача инструмента.
N30 G3 X11 Z-27 I-8 K-6	; Круговая интерполяция против часовой стрелки, конечная точка окружности в абсолютном размере, центр окружности в составном размере.
N40 G1 Z-40	; Вывод.
N50 M30	; Конец кадра.

Примечание

По вводу координат центра окружности I и J см. главу "Круговая интерполяция".

Пример 3: Указание составного размера без вывода активного смещения нулевой точки

Установки:

- G54 содержит смещение в X на 25
- SD42440 \$SC_FRAME_OFFSET_INCR_PROG = 0

Программный код	Комментарий
N10 G90 G0 G54 X100	
N20 G1 G91 X10	; Указание составного размера активно, движение в X на 10мм (смещение нулевой точки не проходится).
N30 G90 X50	; Указание абсолютного размера активно, движение на позицию X75 (смещение нулевой точки проходится).

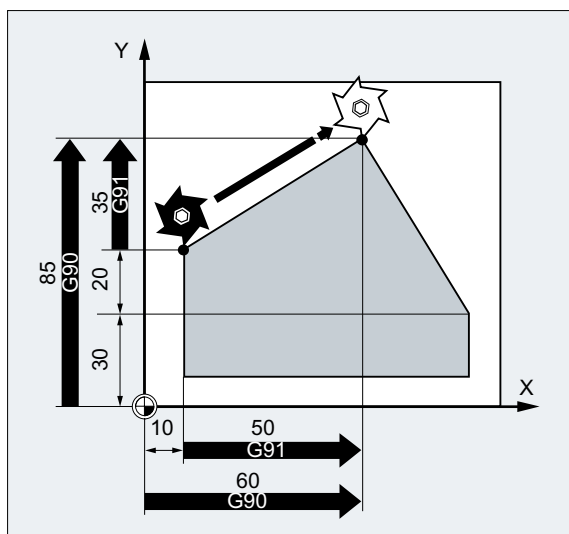
См. также

Указание абсолютного и составного размера при токарной обработке и фрезеровании (G90/G91) (Страница 165)

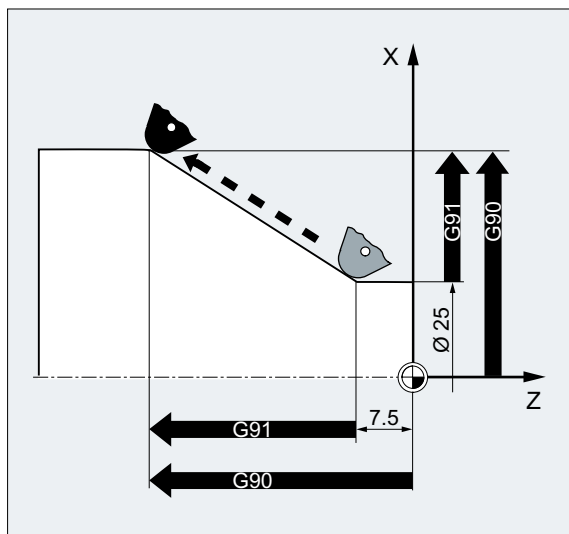
9.3.3 Указание абсолютного и составного размера при токарной обработке и фрезеровании (G90/G91)

Оба рисунка ниже поясняют программирование с указанием абсолютного размера (G90) или указанием составного размера (G91) на примере токарной и фрезерной технологии.

Фрезерование:



Токарная обработка:



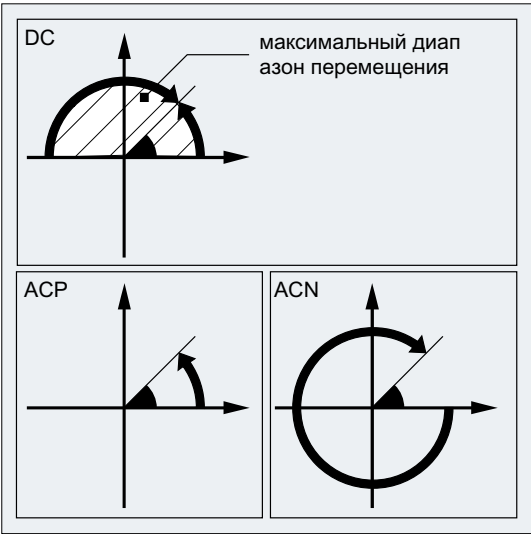
Примечание

На обычных токарных станках принято рассматривать инкрементальные кадры перемещения в поперечной оси как значения радиуса, в то время, как данные диаметра действуют для исходных размеров. Это переключение для G90 осуществляется с помощью команд DIAMON, DIAMOF или DIAM90.

9.3.4 Указание абсолютного размера для круговых осей (DC, ACP, ACN)

Для позиционирования круговых осей в абсолютном размере имеются действующие покадрово и независимые от G90/G91 команды DC, ACP и ACN.

DC, ACP и ACN отличаются друг от друга в базовой стратегии подвода:



Синтаксис

- <круговая ось>=DC (<значение>)
- <круговая ось>=ACP (<значение>)
- <круговая ось>=ACN (<значение>)

Значение

<круговая ось>:	Идентификатор круговой оси, которая должна быть перемещена (к примеру, A, B или C)
DC:	Команда для прямого подвода к позиции Круговая ось движется к запрограммированной позиции по прямому, кратчайшему пути. Круговая ось перемещается в макс. диапазоне в 180°.
ACP:	Команда для подвода к позиции в положительном направлении Круговая ось движется к запрограммированной позиции в положительном направлении вращения оси (против часовой стрелки).

ACN:	Команда для подвода к позиции в отрицательном направлении Круговая ось движется к запрограммированной позиции в отрицательном направлении вращения оси (по часовой стрелке).	
<значение>:	Позиция подвода круговой оси в абсолютном размере	
	Диапазон значений:	0 - 360 градусов

Примечание

Положительное направление вращения (по часовой или против часовой стрелки) устанавливается в машинных данных.

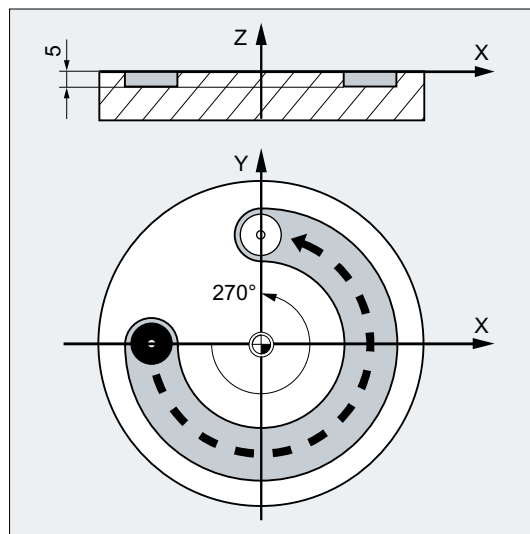
Примечание

Для позиционирования с указанием направления (ACP, ACN) в машинных данных должен быть установлен диапазон перемещения между 0° и 360° (характеристика модуля). Для перемещения круговых осей модулю в одном кадре более чем на 360°, надо запрограммировать G91 или IC.

Примечание

Команды DC, ACP и ACN могут использоваться и для позиционирования шпинделя (SPOS, SPOSA) из состояния покоя.

Пример: SPOS=DC (45)

Пример**Фрезерная обработка на круглом столе**

Инструмент неподвижен, стол поворачивается на 270° по часовой стрелке. При этом получается кольцевая канавка.

Программный код	Комментарий
N10 SPOS=0	; Шпиндель в режиме управления по положению.

Программный код	Комментарий
N20 G90 G0 X-20 Y0 Z2 T1	; Указание абсолютного размера, подача инструмента T1 ускоренным ходом.
N30 G1 Z-5 F500	; Движение инструмента вниз с подачей.
N40 C=ACP(270)	; Стол поворачивается на 270 градусов по часовой стрелке (положительно), инструмент фрезерует кольцевую канавку.
N50 G0 Z2 M30	; Отвод, конец программы.

Литература

Описание функций "Расширенные функции"; Круговые оси (R2)

9.3.5 Дюймовая/метрическая система единиц (G70/G71, G700/G710)

В программе обработки детали команды группы G 13 (дюймовая/метрическая система единиц) обеспечивают переключение между дюймовой и метрической системами единиц.

Активация

Команды G700 и G710 доступны, только если включена расширенная функциональная возможность системы единиц измерения (MD10260 \$MN_CONVERT_SCALING_SYSTEM = 1).

Синтаксис

G70
G71
G700
G710

Объяснение

G70:	Включение дюймовой системы единиц	
	Содержащие длины геометрические данные считываются и записываются в дюймовой системе единиц .	
	Содержащие длины технологические данные (например, подачи, коррекции инструмента, настраиваемые смещения нулевой точки, машинные данные и системные переменные) считываются и записываются в спараметризованной основной системе .	
	G-группа:	13
	Исходное положение:	Настройка через MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES
	Активность:	Модально

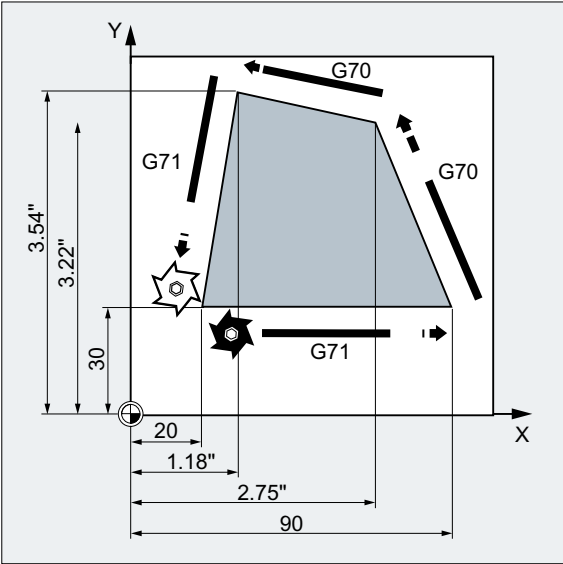
G71:	Включение метрической системы единиц	
	Содержание длины геометрические данные считываются и записываются в метрической системе единиц .	
	Содержание длины технологические данные (например, подачи, коррекции инструмента, настраиваемые смещения нулевой точки, машинные данные и системные переменные) считываются и записываются в спараметрированной основной системе .	
	G-группа:	13
G700:	Исходное положение:	Настройка через MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES
	Активность:	Модально
	Включение дюймовой системы единиц	
	Все содержание длины геометрические и технологические данные считываются и записываются в дюймовой системе единиц.	
	G-группа:	13
	Исходное положение:	Настройка через MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES
	Активность:	Модально
G710:	Включение метрической системы единиц	
	Все содержание длины геометрические и технологические данные считываются и записываются в метрической системе единиц.	
	G-группа:	13
	Исходное положение:	Настройка через MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES
	Активность:	Модально

ВНИМАНИЕ**Спец. для оси данные круговых осей**

Спец. для оси данные круговых осей всегда считываются и записываются в спараметрированной основной системе.

Пример

Основная система метрическая (MD10240 \$MN_SCALING_SYSTEM_IS_METRIC = 1). Тем не менее, на чертеже детали размеры указаны в дюймах. Поэтому в программе обработки детали выполняется переключение на дюймовую систему единиц. После указания размеров в дюймах выполняется обратное переключение на метрическую систему единиц.



Программный код	Комментарий
N10 G0 G90 X20 Y30 Z2 S2000 M3 T1	; X=20 мм, Y=30 мм, Z=2 мм, F=ускоренный ход мм/мин
N20 G1 Z-5 F500	; Z=-5 мм, F=500 мм/мин
N30 X90	; X=90 мм
N40 G70 X2.75 Y3.22	; Запрограммированная система единиц: дюймовая ; X=2,75 дюйма, Y=3,22 дюйма, F=500 мм/мин
N50 X1.18 Y3.54	; X=1,18 дюйма, Y=3,54 дюйма, F=500 мм/мин
N60 G71 X20 Y30	; Запрограммированная система единиц: метрическая ; X=20 мм, Y=30 мм, F=500 мм/мин
N70 G0 Z2	; Z=2 мм, F=ускоренный ход мм/мин
N80 M30	; конец программы

Дополнительная информация

Чтение и запись данных при G70/G71 и G700/G710

Область данных	G70 / G71		G700 / G710	
	Чтение	Запись	Чтение	Запись
Индикации, места после запятой (WCS)	P	P	P	P
Индикации, места после запятой (MCS)	g	g	g	g

Область данных	G70 / G71		G700 / G710	
	Чтение	Запись	Чтение	Запись
Подачи	g	g	P	P
Данные позиций X, Y, Z	P	P	P	P
Параметры интерполяции I, J, K	P	P	P	P
Радиус окружности (CR)	P	P	P	P
Полярный радиус (RP)	P	P	P	P
Шаг резьбы	P	P	P	P
Программируемый ФРЕЙМ	P	P	P	P
Настраиваемые ФРЕЙМЫ	g	g	P	P
Базовые фреймы	g	g	P	P
Внешние смещения нулевой точки	g	g	P	P
Осевое Preset-смещение	g	g	P	P
Ограничения рабочего поля (G25/ G26)	g	g	P	P
Защищенные области	P	P	P	P
Коррекции инструмента	g	g	P	P
Содержащие длины машинные дан- ные	g	g	P	P
Содержащие длины установочные данные	g	g	P	P
Содержащие длины системные пере- менные	g	g	P	P
GUD	g	g	g	g
LUD	g	g	g	g
PUD	g	g	g	g
R-параметры	g	g	g	g
Циклы Siemens	P	P	P	P
Нормирование инкремента Jog/махо- вичок	g	g	g	g
P: запись/чтение осуществляются в запрограммированной системе единиц				
G: запись/чтение осуществляются в спараметрированной основной системе				

Синхронные действия

Примечание

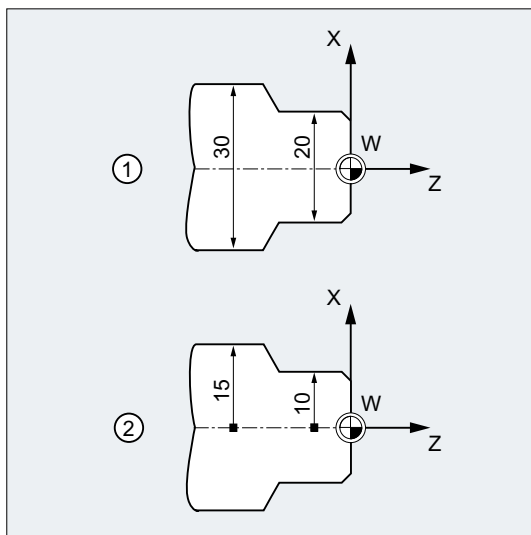
Чтение данных позиций в синхронных действиях

Без явного программирования системы единиц в синхронном действии (условная часть и/или операционная часть или технологическая функция) **содержащие длины данные позиций** всегда считываются в синхронном действии в спараметрированной **основной системе**.

Литература: Описание функций "Синхронные действия"

9.3.6 Специфическое для канала программирование диаметра/радиуса (DIAMON, DIAM90, DIAMOF, DIAMCYCOF)

При токарной обработке размеры для поперечной оси могут быть указаны в диаметре (①) или в радиусе (②):



Для того, чтобы можно было передать эти указания размеров напрямую без пересчета из технического чертежа в программу ЧПУ, через действующие модально команды DIAMON, DIAM90, DIAMOF и DIAMCYCOF включается спец. для канала программирование диаметра или радиуса.

Примечание

Спец. для канала программирование диаметра/радиуса относится к определенной через MD20100 \$MC_DIAMETER_AX_DEF а качестве поперечной оси гео-оси (→ см. Указания изготовителя станка!).

Через MD20100 на канал может быть определена только одна поперечная ось.

Синтаксис

DIAMON
DIAM90
DIAMOF

Объяснение

DIAMON:	Команда для включения независимого спец. для канала программирования диаметра Действие DIAMON не зависит от запрограммированного режима указания размеров (указание абсолютных размеров G90 или указание составных размеров G91):	
	• при G90 :	Указание размеров в диаметре
	• при G91 :	Указание размеров в диаметре
DIAM90:	Команда для включения зависимого спец. для канала программирования диаметра Действие DIAM90 зависит от запрограммированного режима указания размеров:	
	• при G90 :	Указание размеров в диаметре
	• при G91 :	Указание размеров в радиусе
DIAMOF:	Команда для выключения спец. для канала программирования диаметра При отключении программирования диаметра начинает действовать спец. для канала программирования радиуса. Действие DIAMOF не зависит от запрограммированного режима указания размеров:	
	• при G90 :	Указание размеров в радиусе
	• при G91 :	Указание размеров в радиусе
DIAMCYCOF:	Команда для выключения спец. для канала программирования диаметра при обработке цикла Тем самым расчеты в цикле всегда могут выполняться в радиусе. Для индикации позиции и базовой индикации кадра остается активной последняя активная G-команда этой группы.	

Примечание

При **DIAMON** или **DIAM90** фактические значения поперечной оси всегда индицируются как диаметр. Это же относится и к считыванию фактических значений в системе координат детали при **MEAS**, **MEAW**, **\$P_EP[x]** и **\$AA_IW[x]**.

Пример

Программный код	Комментарий
N10 G0 X0 Z0	; Подвод в стартовую точку.
N20 DIAMOF	; Программирование диаметра выкл.
N30 G1 X30 S2000 M03 F0.7	; Ось X = поперечная ось, программирование радиуса активно, движение на позицию радиуса X30.
N40 DIAMON	; Для поперечной оси активно программирование диаметра.
N50 G1 X70 Z-20	; Перемещение на позицию диаметра X70 и Z-20.
N60 Z-30	
N70 DIAM90	; Программирование диаметра для исходного размера и программирование радиуса для составного размера.
N80 G91 X10 Z-20	; Составной размер активен.
N90 G90 X10	; Исходный размер активен.

Программный код	Комментарий
N100 M30	; Конец программы.

Дополнительная информация

Значения диаметра (DIAMON/DIAM90)

Значения диаметра действуют для следующих данных:

- индикация фактического значения поперечной оси в системе координат детали
- Режим JOG: Инкременты для размера шага и перемещения вручную маховичком
- Программирование конечных позиций:
параметры интерполяции I, J, K при G2/G3, если они запрограммированы с AC
абсолютно.
При инкрементальном программировании (IC) von I, J, K всегда учитывается радиус.
- Чтение фактических значений в системе координат детали при:
MEAS, MEAW, \$P_EP[X], \$AA_IW[X]

9.3.7

Специфическое для оси программирование диаметра/радиуса (DIAMONA, DIAM90A, DIAMOFA, DIACYCOFA, DIAMCHANA, DIAMCHAN, DAC, DIC, RAC, RIC)

В дополнение к спец. для канала программированию диаметра спец. для оси программирование диаметра обеспечивает для одной или нескольких осей действующее модально или покадрово указание размеров с индикацию в диаметре.

Примечание

Спец. для оси программирование диаметра возможно только для осей, допущенных через MD30460 \$MA_BASE_FUNCTION_MASK в качестве дополнительных поперечных осей для спец. для оси программирования диаметра (→ см. Указания изготовителя станка!).

Синтаксис

Действующее модально спец. для оси программирование диаметра для нескольких поперечных осей в канале:

```
DIAMONA [<ось>]
DIAM90A [<ось>]
DIAMOFA [<ось>]
DIACYCOFA [<ось>]
```

Применение спец. для канала программирования диаметра/радиуса:

```
DIAMCHANA [<ось>]
DIAMCHAN
```

Действующее покадрово спец. для оси программирования диаметра/радиуса:
<ось>=DAC (<значение>)

<ось>=DIC (<значение>)

<ось>=RAC (<значение>)

<ось>=RIC (<значение>)

Объяснение

Действующее модально спец. для оси программирование диаметра		
DIAMONA:	Команда для включения независимого спец. для оси программирования диаметра	
	Действие DIAMONA не зависит от запрограммированного режима указания размера (G90/G91 или AC/IC):	
	• при G90, AC:	Указание размеров в диаметре
	• при G91, IC:	Указание размеров в диаметре
DIAM90A:	Команда для включения зависимого спец. для оси программирования диаметра	
	Действие DIAM90A зависит от запрограммированного режима указания размеров:	
	• при G90, AC:	Указание размеров в диаметре
	• при G91, IC:	Указание размеров в радиусе
DIAMOFA:	Команда для выключения спец. для оси программирования диаметра	
	При отключении программирования диаметра начинает действовать спец. для оси программирование радиуса. Действие DIAMOFA не зависит от запрограммированного режима указания размеров:	
	• при G90, AC:	Указание размеров в радиусе
	• при G91, IC:	Указание размеров в радиусе
DIACYCOFA:	Команда для выключения спец. для оси программирования диаметра при обработке цикла	
	Тем самым расчеты в цикле всегда могут выполняться в радиусе. Для индикации позиции и базовой индикации кадра остается активной последняя активная G-команда этой группы.	
<ось>:	Идентификатор оси, для которой должно быть активировано спец. для оси программирование диаметра	
	Разрешенными осевыми идентификаторами являются:	
	- Имя гео-оси/оси канала или - Имя оси станка	
	Диапазон значений:	Указанной осью должна быть известная в канале ось. Прочие условия: - Ось через MD30460 \$MA_BASE_FUNCTION_MASK должна быть допущена для спец. для оси программирование диаметра. - Круговые оси не разрешаются в качестве поперечных осей.
Применение спец. для канала программирования диаметра/радиуса		

DIAMCHANA:	С помощью команды DIAMCHANA [<i>ось</i>] указанная ось принимает состояние канала программирования диаметра/радиуса и после подвергается спец. для канала программированию диаметра/радиуса.
DIAMCHAN:	С помощью команды DIAMCHANA все допущенные для спец. для оси программирование диаметра принимают состояние канала программирования диаметра/радиуса и после подвергаются спец. для канала программированию диаметра/радиуса.
Действующее покадрово спец. для оси программирования диаметра/радиуса Действующее покадрово спец. для оси программирование диаметра/радиуса определяет тип указания размеров как значение диаметра или радиуса в программе обработки детали и синхронных действиях. Модальное состояние программирования диаметра/радиуса не изменяется.	
DAC:	С помощью команды DAC для указанной оси следующие данные размеров действуют покадрово: диаметр в абсолютном размере
DIC:	С помощью команды DIC для указанной оси следующие данные размеров действуют покадрово: диаметр в составном размере
RAC:	С помощью команды RAC для указанной оси следующие данные размеров действуют покадрово: радиус в абсолютном размере
RIC:	С помощью команды RIC для указанной оси следующие данные размеров действуют покадрово: радиус в составном размере

Примечание

При DIAMONA [*ось*] или DIAM90A [*ось*] фактические значения поперечной оси всегда индицируются как диаметр. Это же относится и к считыванию фактических значений в системе координат детали при MEAS, MEAW, \$P_EP [*x*] и \$AA_IW [*x*].

Примечание

При переходе дополнительной поперечной оси из-за требования GET с RELEASE [*ось*] состояние программирования диаметра/радиуса берется в другом канале.

Примеры

Пример 1: Действующее модально спец. для оси программирования диаметра/радиуса

X это поперечная ось в канале, для Y разрешено спец. для оси программирование диаметра.

Программный код	Комментарий
N10 G0 X0 Z0 DIAMON	; Спец. для канала программирование диаметра активно для X.
N15 DIAMOF	; Спец. для канала программирование диаметра выкл.
N20 DIAMONA[Y]	; Действующее модально спец. для оси программирование диаметра активно для Y.

Программный код	Комментарий
N25 X200 Y100	; Программирование радиуса активно для X.
N30 DIAMCHANA[Y]	; Y получает состояние спец. для канала программирования диаметра/ радиуса и зависит от него
N35 X50 Y100	; Программирование радиуса активно для X и Y.
N40 DIAMON	; Спец. для канала программирование диаметра вкл.
N45 X50 Y100	; Программирование диаметра активно для X и Y.

Пример 2: Действующее покадрово спец. для оси программирования диаметра/радиуса

X это поперечная ось в канале, для Y разрешено спец. для оси программирование диаметра.

Программный код	Комментарий
N10 DIAMON	; Спец. для канала программирование диаметра вкл.
N15 G0 G90 X20 Y40 DIAMONA[Y]	; Действующее модально спец. для оси программирование диаметра активно для Y.
N20 G01 X=RIC(5)	; Действующее для этого кадра указание размера для X: радиус в составном размере.
N25 X=RAC(80)	; Действующее для этого кадра указание размера для X: радиус в абсолютном размере.
N30 WHEN \$SAA_IM[Y]>50 DO POS[X]=RIC(1)	; X – это командная ось. Действующее для этого кадра указание размера для X: радиус в составном размере.
N40 WHEN \$SAA_IM[Y]>60 DO POS[X]=DAC(10)	; X – это командная ось. Действующее для этого кадра указание размера для X: радиус в абсолютном размере.
N50 G4 F3	

Дополнительная информация

Значения диаметра (DIAMON/DIAM90A)

Значения диаметра действуют для следующих данных:

- индикация фактического значения поперечной оси в системе координат детали
- Режим JOG: Инкременты для размера шага и перемещения вручную маховичком
- Программирование конечных позиций:
параметры интерполяции I, J, K при G2/G3, если они запрограммированы с AC абсолютно.
При инкрементальном программировании (IC) из I, J, K всегда учитывается радиус.
- Чтение фактических значений в системе координат детали при:
MEAS, MEAW, \$P_EP[X], \$AA_IW[X]

Действующее покадрово спец. для оси программирование диаметра (DAC, DIC, RAC, RIC)

Операторы DAC, DIC, RAC, RIC разрешены для всех команд, для которых учитывается спец. для канала программирование диаметра:

- Позиция оси: X . . . , POS, POSA
- Качание: OSP1, OSP2, OSS, OSE, POSP
- Параметры интерполяции: I, J, K
- Линия контура: Прямая с указанием угла
- Быстрый отвод: POLF [AX]
- Перемещение в направлении инструмента: MOVТ
- Мягкий подвод и отвод:
G140 до G143, G147, **G148**, G247, G248, G347, G348, G340, G341

9.4 Положение детали при токарной обработке

Обозначения осей

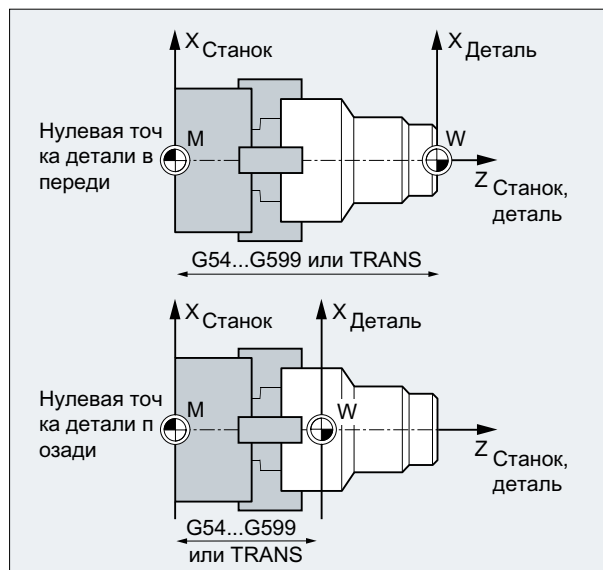
Обе расположенные вертикально друг на друге геометрические оси обычно обозначаются как:

продольная ось	= ось Z (абсцисса)
Поперечная ось	= ось X (ордината)

Нулевая точка детали

В то время как нулевая точка станка задана фиксировано, то положение нулевой точки детали может свободно выбираться на продольной оси. Обычно нулевая точка детали находится на передней или задней стороне детали.

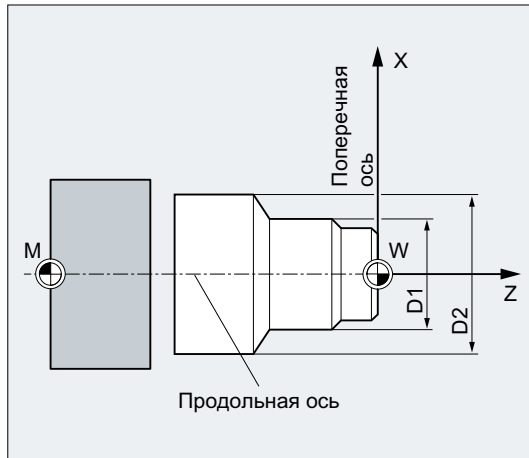
Нулевая точка как станка, так и детали, находятся на центре вращения. Таким образом, настраиваемое смещение по оси X получается равным нулю.



M	Нулевая точка станка
W	Нулевая точка детали
Z	продольная ось
X	Поперечная ось
G54 до G599 или TRANS	Вызов для положения нулевой точки детали

Поперечная ось

Для поперечной оси указание размеров обычно осуществляется как указание диаметра (двойной размер хода по сравнению с другими осями):



Какая из геометрических осей служит поперечной осью, должно быть установлено в машинных данных (→ изготовитель станка!).

Команды перемещения

10.1 Общая информация по командам перемещения

Элементы контура

Запрограммированный контур детали может состоять из следующих элементов контура:

- прямые
- дуги окружности
- винтовые линии (через наложение прямых и дуг окружностей)

Команды движения

Для изготовления этих элементов контура имеются различные команды движения:

- Движение ускоренным ходом (G0)
- Линейная интерполяция (G1)
- Круговая интерполяция по часовой стрелке (G2)
- Круговая интерполяция против часовой стрелки (G3)

Команды движения действуют модально.

Заданные конечные положения

Кадр движения содержит заданные конечные положения для перемещаемых осей (траекторные оси, синхронные оси, позиционирующие оси).

Программирование заданных конечных положений может осуществляться в декартовых или в полярных координатах.

Примечание

Один адрес оси может быть запрограммирован в кадре только один раз.

Стартовая точка-заданная точка

Движения перемещения всегда осуществляются от последней позиции, к которой был осуществлен переход, к запрограммированному заданному конечному положению. Это заданное конечное положение, в свою очередь, является стартовой позицией для следующей команды перемещения.

Контур детали

ВНИМАНИЕ**Не определенное использование инструмента**

Перед началом процесса обработки необходимо выполнить предварительное позиционирование инструмента, исключающее повреждение инструмента и детали.

Выполненные последовательно друг за другом элементы контура создают контур детали:

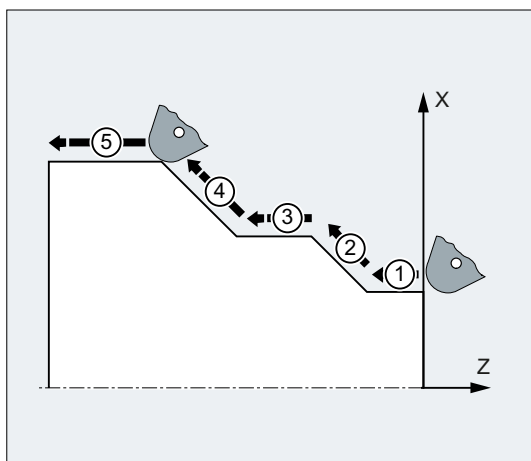


Рисунок 10-1 Кадры движения при токарной обработке

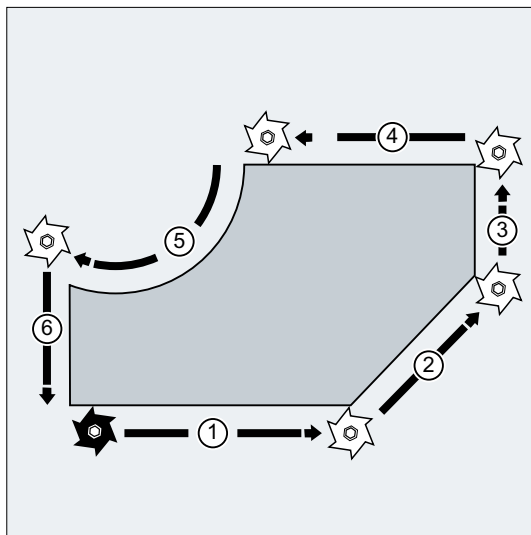


Рисунок 10-2 Кадры движения при фрезерной обработке

10.2 Команды движения с декартовыми координатами (G0, G1, G2, G3, X..., Y..., Z...)

Подвод в кадре ЧПУ к указанной в декартовых координатах позиций возможен с ускоренным ходом G0, линейной интерполяцией G1 или круговой интерполяцией G2 / G3.

Синтаксис

```
G0 X... Y... Z...
G1 X... Y... Z...
G2 X... Y... Z... ...
G3 X... Y... Z... ...
```

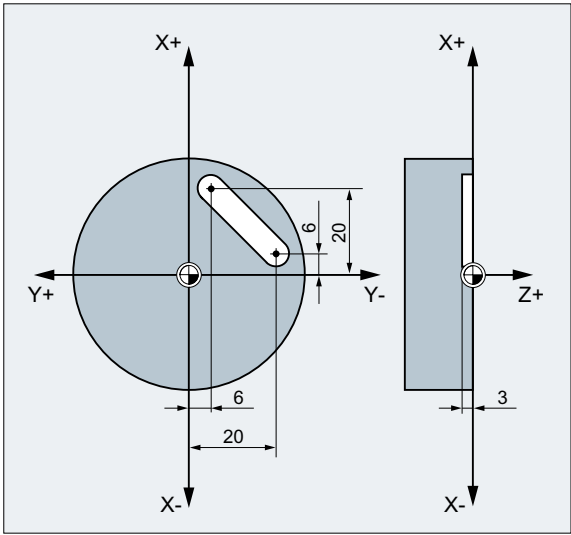
Значение

G0:	Команда для включения движения ускоренным ходом
G1:	Команда для включения линейной интерполяции
G2:	Команда для включения круговой интерполяции по часовой стрелке
G3:	Команда для включения круговой интерполяции против часовой стрелки
X...:	Декартова координата заданного конечного положения в направлении X
Y...:	Декартова координата заданного конечного положения в направлении Y
Z...:	Декартова координата заданного конечного положения в направлении Z

Примечание

Для круговой интерполяции G2 / G3 кроме координат заданного конечного положения X..., Y..., Z... необходимы и дополнительные данные (к примеру, координаты центра окружности; см. "Обзор (Страница 199)").

Пример



Программный код	Комментарий
N10 G17 S400 M3	; Выбор рабочей плоскости, шпиндель вправо
N20 G0 X40 Y-6 Z2	; Подвод в указанную в декартовых координатах стартовую позицию ускоренным ходом
N30 G1 Z-3 F40	; Включение линейной интерполяции, подача инструмента
N40 X12 Y-20	; Движение по наклонной прямой к указанной в декартовых координатах конечной позиции
N50 G0 Z100 M30	; Отвод для смены инструмента ускоренным ходом

10.3 Команды движения с полярными координатами

10.3.1 Исходная точка полярных координат (G110, G111, G112)

Исходная точка измерения называется "Полюс".

Указание полюса может осуществляться в декартовых или полярных координатах.

С помощью команд G110 до G112 исходная точка для полярных координат определяется однозначно. Поэтому на это не влияет ввод данных в абсолютном или составном размере.

Синтаксис

G110/G111/G112 X... Y... Z...
G110/G111/G112 AP=... RP=...

Значение

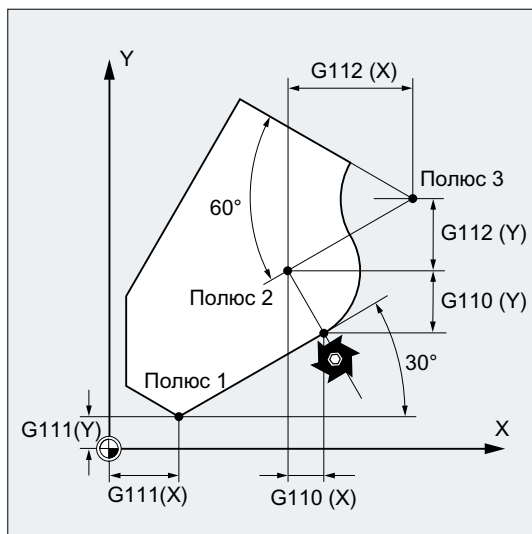
G110 ...:	С помощью команды G110 последующие полярные координаты относятся к последней позиции, к которой был осуществлен подвод.		
G111 ...:	С помощью команды G111 последующие полярные координаты относятся к нулевой точке актуальной системы координат детали.		
G112 ...:	С помощью команды G112 последующие полярные координаты относятся к последнему действительному полюсу.		
	Примечание: Команды G110...G112 должны программироваться в собственном кадре ЧПУ.		
X... Y... Z...:	Указание полюса в декартовых координатах		
AP=... RP=...:	Указание полюса в полярных координатах		
	AP=...:	Полярный угол Угол между полярным радиусом и горизонтальной осью рабочей плоскости (к примеру, ось X при G17). Положительное направление вращения осуществляется против часовой стрелки.	
		Диапазон значений:	± 0...360°
	RP=...:	Полярный радиус Данные указываются всегда в абсолютных положительных значениях в [мм] или [дюймах].	

Примечание

В программе ЧПУ можно осуществлять покадровое переключение полярных и декартовых указаний размеров. Через использование декартовых идентификаторов координат (X..., Y..., Z...) происходит прямой возврат в декартову систему. Определенный полюс сохраняется до конца программы.

Примечание

Если полюс не указывается, то действует нулевая точка актуальной системы координат детали.

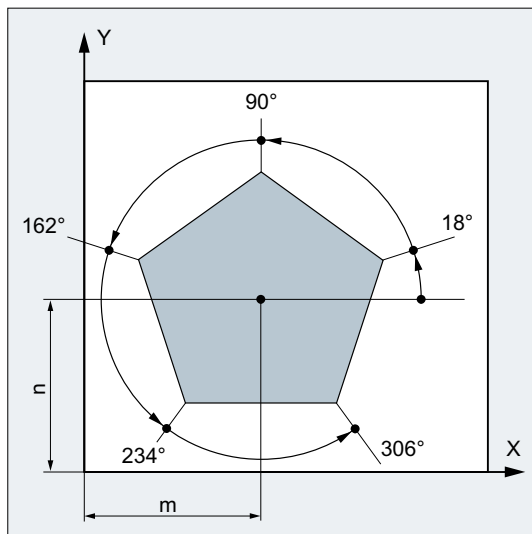
Пример

Полюса 1 до 3 определяются следующим образом:

- Полюс 1 с G111 X... Y...
- Полюс 2 с G110 X... Y...
- Полюс 3 с G112 X... Y...

10.3.2**Команды движения с полярными координатами (G0, G1, G2, G3, AP, RP)**

Команды движения с полярными координатами имеют смысл тогда, когда деталь или часть детали измеряется из центральной точки и размеры указаны с углами и радиусами (к примеру, на схемах сверления).



Синтаксис

G0/G1/G2/G3 AP=... RP=...

Объяснение

G0:	Команда для включения движения ускоренным ходом	
G1:	Команда для включения линейной интерполяции	
G2:	Команда для включения круговой интерполяции по часовой стрелке	
G3:	Команда для включения круговой интерполяции против часовой стрелки	
AP:	Полярный угол Угол между полярным радиусом и горизонтальной осью рабочей плоскости (к примеру, ось X при G17). Положительное направление вращения осуществляется против часовой стрелки.	
	Диапазон значений:	$\pm 0 \dots 360^\circ$
	Угол может быть указан как абсолютно, так и инкрементально:	
	AP=AC (...):	Ввод абсолютного размера
	AP=IC (...):	Ввод составного размера При вводе составного размера референтной точкой является последний запрограммированный угол.
	Полярный угол сохраняется до тех пор, пока не будет определен новый полюс или осуществлена смена рабочей плоскости.	
RP:	Полярный радиус Данные указываются всегда в абсолютных положительных значениях в [мм] или [дюймах].	
	Полярный радиус сохраняется до ввода нового значения.	

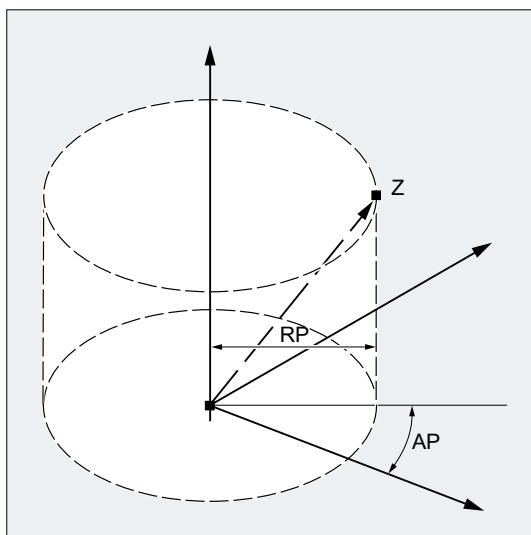
Примечание

Полярные координаты относятся к определенному с G110 ... G112 полюсу и действуют в выбранной с G17 до G19 рабочей плоскости.

Примечание

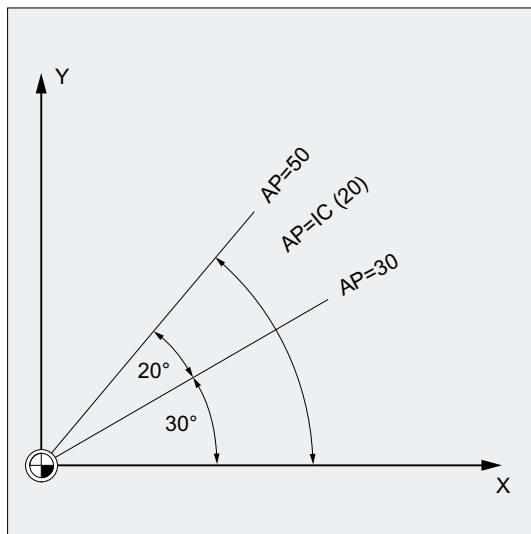
Расположенная вертикально к рабочей плоскости 3-ья геометрическая ось может быть дополнительно указана как декартова координата (см. рисунок ниже). Таким образом, можно программировать пространственные характеристики в цилиндрических координатах.

Пример: G17 G0 AP... RP... Z...



Граничные условия

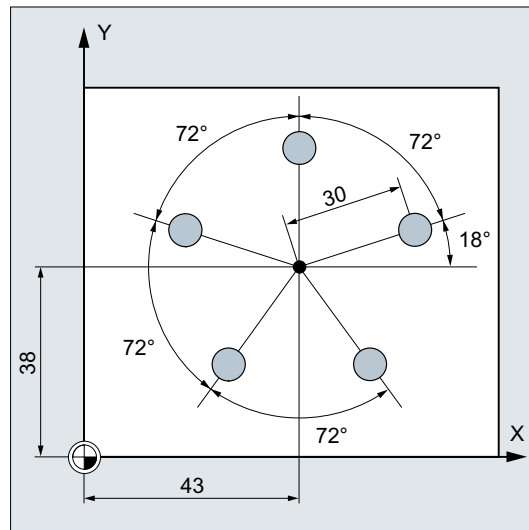
- В кадрах ЧПУ с полярным указанием конечной точки для выбранной рабочей плоскости не могут программироваться декартовы координаты, как то параметры интерполяции, адреса осей и т. п.
- Если с помощью G110 ... G112 полюс не определяется, то в качестве полюса автоматически рассматривается нулевая точка актуальной системы координат детали:



- Полярный радиус $RP = 0$
Полярный радиус вычисляется из расстояния между вектором стартовой точки в плоскости полюса и активным вектором полюса. После этого вычисленный полярный радиус сохраняется модально.
Это действует независимо от выбранного определения полюса (G110 ... G112). Если обе точки запрограммированы идентично, то этот радиус = 0 и выводится ошибка 14095.
- Запрограммирован только полярный угол AP
Если в актуальном кадре программируется не полярный радиус RP , а полярный угол AP , то при разнице между актуальной позицией и полюсом в координатах детали эта разница используется как полярный радиус и сохраняется модально. Если разница = 0, то заново задаются полярные координаты и модальный полярный радиус остается на нуле.

Пример

Создание схемы сверления



Позиции отверстий указаны в полярных координатах.

Каждое отверстие изготавливается одним и тем же способом:

предварительное сверление, сверление по размеру, развертывание ...

Последовательность обработки зафиксирована в подпрограмме.

Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали.
N20 G111 X43 Y38	; Определение полюса.
N30 G0 RP=30 AP=18 Z5	; Подвод в стартовую точку, данные в цилиндрических координатах.
N40 L10	; Вызов подпрограммы.
N50 G91 AP=72	; Переход к следующей позиции ускоренным ходом, полярный угол в составном размере, полярный радиус из кадра N30 сохраняется и не должен указываться.
N60 L10	; Вызов подпрограммы.
N70 AP=IC(72)	.
N80 L10	...

Программный код	Комментарий
N90 AP=IC (72)	
N100 L10	...
N110 AP=IC (72)	
N120 L10	...
N130 G0 X300 Y200 Z100 M30	; Отвод инструмента, конец программы.

См. также

Обзор (Страница 199)

10.4 Движения ускоренного хода

10.4.1 Активация ускоренного хода (G0)

Перемещение траекторных осей со скоростью ускоренного хода включается при помощи G-команды G0.

Синтаксис

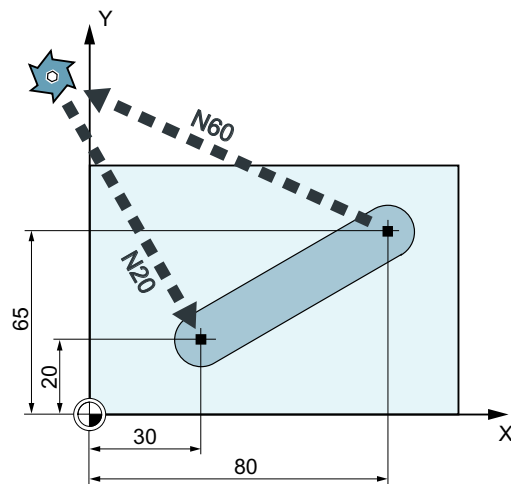
G0 X... Y... Z...
G0 RP=... AP=...

Объяснение

G0:	Перемещение осей со скоростью ускоренного хода	
	Активность:	модально
X... Y... Z...:	Указание конечной точки в декартовых координатах	
RP=... AP=... :	Указание конечной точки в полярных координатах	

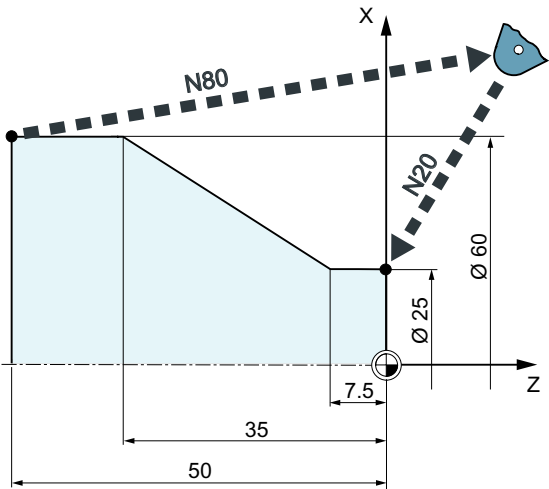
Примеры

Пример 1: Фрезерная обработка



Программный код	Комментарий
N10 G90 S400 M3	; Ввод абсолютного размера, шпиндель вправо
N20 G0 X30 Y20 Z2	; Подвод в стартовую позицию
N30 G1 Z-5 F1000	; Подача инструмента
N40 X80 Y65	; Движение по прямой
N50 G0 Z2	
N60 G0 X-20 Y100 Z100 M30	; Отвод инструмента, конец программы

Пример 2: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
N10 G90 S400 M3	; Ввод абсолютного размера, шпиндель вправо
N20 G0 X25 Z5	; Подвод в стартовую позицию
N30 G1 G94 Z0 F1000	; Подача инструмента
N40 G95 Z-7.5 F0.2	
N50 X60 Z-35	; Движение по прямой
N60 Z-50	
N70 G0 X62	
N80 G0 X80 Z20 M30	; Отвод инструмента, конец программы

10.4.2 Включение/выключение линейной интерполяции для движений ускоренным ходом (RTLION, RTLIOF)

Независимо от предварительной настройки (MD20730 \$MC_G0_LINEAR_MODE) поведение интерполяции при движениях ускоренным ходом можно настроить с помощью команд G-группы 55 и в программе обработки детали.

Синтаксис

```
RTLIOF
...
RTLION
```


Объяснение

RTLIOF:	G-команда для выключения линейной интерполяции ⇒ При ускоренном ходе (G0) нелинейная интерполяция активна. Все траекторные оси достигают своей конечной точки независимо друг от друга.	
	Активность:	модально
RTLION:	G-команда для включения линейной интерполяции ⇒ При ускоренном ходе (G0) линейная интерполяция активна. Все траекторные оси достигают своей конечной точки одновременно.	
	Активность:	модально

Примечание

Условия для RTLIOF

Для **нелинейной** интерполяции при RTLIOF должны быть выполнены следующие условия:

- Активных трансформаций (TRAORI, TRANSMIT, ...) нет.
- G60 активна (остановка в конце кадра).
- Активных компрессоров (COMPOF) нет.
- Активной коррекции на радиус инструмента (G40) нет.
- Контурные маховички не выбраны.
- Вырубка неактивна.

Если одно из этих условий не выполнено, при RTLION интерполяция линейная.

Пример

Программный код	Комментарий
...	; Линейная интерполяция предустановлена:
	; MD20730 \$MC_GO_LINEAR_MODE == TRUE
N30 RTLIOF	; Линейная интерполяция выключена.
N40 G0 X0 Y10	; Кадры G0 перемещаются с нелинейной интерполяцией.
N50 G41 X20 Y20	; КРИ активна ⇒ Кадры G0 перемещаются с линейной интерполяцией.
N60 G40 X30 Y30	; КРИ неактивна ⇒ Кадры G0 перемещаются с нелинейной интерполяцией.
N70 RTLION	; Линейная интерполяция включена.
...	

Дополнительная информация

Чтение актуального поведения интерполяции

Системные переменные \$AA_G0MODE позволяют считывать актуальное поведение интерполяции.

10.4.3 Коррекция коэффициента допуска для движений ускоренным ходом (STOLF)

Предустановленный посредством машинных данных (MD20560 \$MC_G0_TOLERANCE_FACTOR) коэффициент допуска для движений ускоренным ходом (G0) можно корректировать в программе обработки детали посредством программирования STOLF. Значение в машинных данных при этом не изменяется. После сброса (Reset) или завершения программы обработки детали снова действует коэффициент допуска, установленный в машинных данных.

Синтаксис

STOLF=<значение>

Объяснение

STOLF:	Адрес программирования коэффициента допуска для движений ускоренным ходом		
	Сфера применения:	• Функции компрессора COMCON, COMPCURV, COMPCAD, COMPSURF • Функции перешлифовки G642 и G645 • Перешлифовка ориентации OST • Сглаживание ориентации ORISON • Сглаживание при ориентации относительно траектории ORIPATH	
	Остановка предварительной обработки:	нет	
	Активность:	модально	
	<Value>:	Коэффициент допуска Коэффициент допуска может быть как больше, так и меньше 1.0. Если коэффициент равен 1.0 (стандартное значение), то для движений ускоренным ходом действуют те же допуски, что и для движений неускоренным ходом. В обычной ситуации устанавливается коэффициент допуска > 1.0.	
		Тип:	REAL
		Диапазон значений:	≥ 0: Значение допуска < 0: Удаление запрограммированного значения допуска ⇒ Снова действует значение допуска, установленное в машинных данных.

Пример

Программный код	Комментарий
COMPCAD G645 G1 F10000	; Функция компрессора COMPCAD
X... Y... Z...	; Здесь действуют машинные и установочные данные.
X... Y... Z...	
X... Y... Z...	
G0 X... Y... Z...	

Программный код	Комментарий
G0 X... Y... Z...	; Здесь действуют машинные данные \$MC_G0_TOLERANCE_FACTOR (например = 3), т. е. допуск перешлифовки из: \$MC_G0_TOLERANCE_FACTOR * \$MA_COMPRESS_POS_TOL
CTOL=0.02	
STOLF=4	
G1 X... Y... Z...	; С этого места действует допуск контура в 0,02 мм.
X... Y... Z...	
X... Y... Z...	
G0 X... Y... Z...	
X... Y... Z...	; С этого места действует коэффициент допуска G0 в 4, т. е. допуск контура в 0,08 мм.

Дополнительная информация

Чтение актуального коэффициента допуска

Действующий в программе обработки детали или в текущем кадре IPO коэффициент допуска для движений ускоренным ходом можно считывать через системные переменные.

- В синхронных действиях или с остановкой предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

\$AC_STOLF Активный коэффициент допуска G0
Коэффициент допуска G0, который действовал при подготовке текущего кадра главного хода.

- Без остановки предварительной обработки в программе обработки детали через системные переменные:

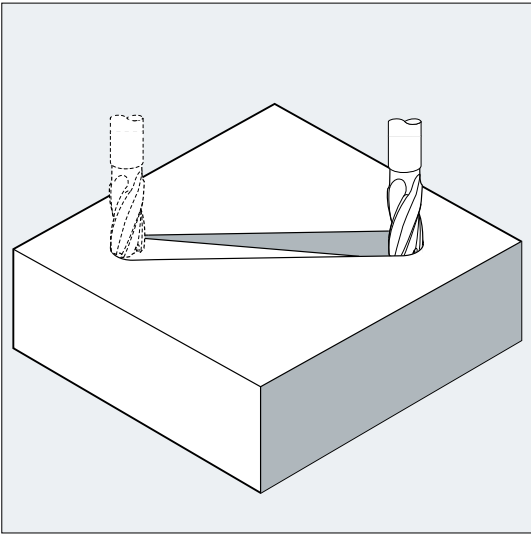
\$P_STOLF Запрограммированный коэффициент допуска G0

Если в активной программе обработки детали нет запрограммированного со STOLF значения, то обе эти системные переменные возвращают установленное через MD20560 \$MC_G0_TOLERANCE_FACTOR значение.

Если в кадре нет активного ускоренного хода (G0), то эти системные переменные всегда возвращают значение 1.

10.5 Линейная интерполяция (G1)

С помощью G1 инструмент движется по параллельным осям, наклонным или имеющим любое расположение в пространстве прямым. Линейная интерполяция позволяет создавать поверхности 3D, пазы и много другое.



Синтаксис

```
G1 X... Y... Z ... F...
G1 AP=... RP=... F...
```

Объяснение

G1:	Линейная интерполяция (линейная интерполяция с подачей)
X... Y... Z...:	Конечная точка в декартовых координатах
AP=...:	Конечная точка в полярных координатах, здесь полярный угол
RP=...:	Конечная точка в полярных координатах, здесь полярный радиус
F...:	Скорость подачи в мм/мин. Инструмент движется с подачей F по прямой от текущей стартовой точки к запрограммированной заданной точке. Заданная точка вводится в декартовых или полярных координатах. На этой траектории осуществляется обработка детали. Пример: G1 G94 X100 Y20 Z30 A40 F100 Движение к конечной точке в X, Y, Z осуществляется с подачей 100 мм/мин, круговая ось A перемещается в качестве синхронной оси так, что все четыре движения завершаются в одно время.

Примечание

G1 действует модально.

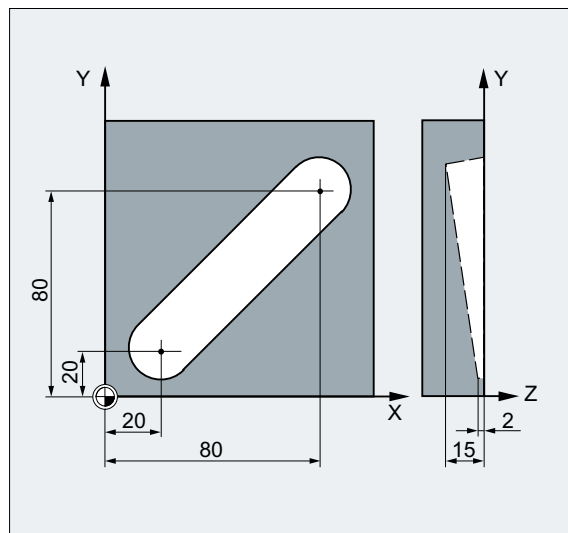
Для обработки необходимо указать число оборотов шпинделя S и направление вращения шпинделя M3/M4.

С помощью FGROUP можно определить группы осей, для которых действует подача по траектории F. Подробности см. в главе "Параметры траектории".

Примеры

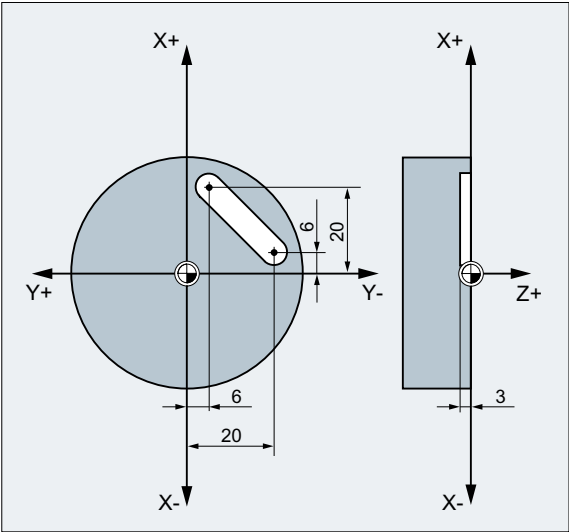
Пример 1: Изготовление паза (фрезерование)

Инструмент движется от стартовой к конечной точке в направлении X/Y. Одновременно происходит подача в направлении Z.



Программный код	Комментарий
N10 G17 S400 M3	; Выбор рабочей плоскости, шпиндель вправо
N20 G0 X20 Y20 Z2	; Подвод в стартовую позицию
N30 G1 Z-2 F40	; Подача инструмента
N40 X80 Y80 Z-15	; Движение по наклонной прямой
N50 G0 Z100 M30	; Отвод для смены инструмента

Пример 2: Изготовление паза (токарная обработка)



Программный код	Комментарий
N10 G17 S400 M3	; Выбор рабочей плоскости, шпиндель вправо
N20 G0 X40 Y-6 Z2	; Подвод в стартовую позицию
N30 G1 Z-3 F40	; Подача инструмента
N40 X12 Y-20	; Движение по наклонной прямой
N50 G0 Z100 M30	; Отвод для смены инструмента

10.6 Круговая интерполяция

10.6.1 Обзор

Круговая интерполяция позволяет изготавливать полные круги или дуги окружностей.

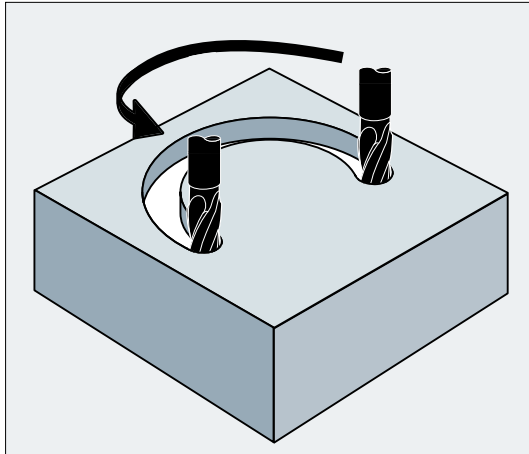


Рисунок 10-3 Пример использования: Фрезерование кругового паза

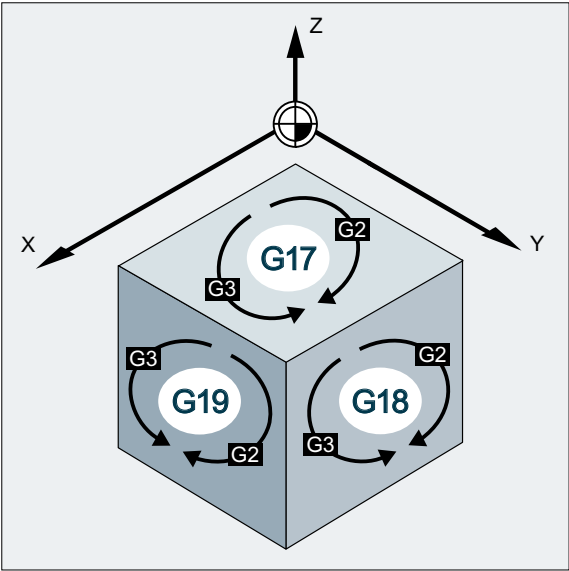
Варианты программирования

СЧПУ предлагает различные возможности для программирования круговых движений. Благодаря этому возможен прямой перенос практически любого вида измерения чертежа:

- Круговая интерполяция с центром и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...) (Страница 200)
- Круговая интерполяция с радиусом и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., CR) (Страница 202)
- Круговая интерполяция с апертурным углом и конечной точкой / центром (G2/G3, X... Y... Z... / I... J... K..., AR) (Страница 204)
- Круговая интерполяция с полярными координатами (G2/G3, AP, RP) (Страница 206)
- Круговая интерполяция с промежуточной и конечной точкой (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...) (Страница 208)
- Круговая интерполяция с тангенциальным переходом (CT, X... Y... Z...) (Страница 210)

Плоскость для круговой интерполяции

Для вычисления направления вращения окружности – с G2 по часовой стрелке или G3 против часовой стрелки – СЧПУ требуется указание рабочей плоскости (Страница 156).



Исключение:

Можно также создавать окружности и вне выбранной рабочей плоскости (не при указании апертурного угла и спиральной линии). В этом случае плоскость окружности определяют адреса осей, которые программируются в качестве конечной точки окружности.

10.6.2 Круговая интерполяция с центром и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., I... J... K...)

Вариант круговой интерполяции, использующий для интерполяции **центр** и **конечную точку** кругового элемента контура.

Если окружность программируется без конечной точки, то получается полный круг.

Синтаксис

```
G2/G3 X... Y... Z... I... J... K...
G2/G3 X... Y... Z... I=AC (...) J=AC (...) K=(AC...)
```

Объяснение

G2:	Круговая интерполяция по часовой стрелке	
	Активность:	модально
G3:	Круговая интерполяция против часовой стрелки	
	Активность:	модально

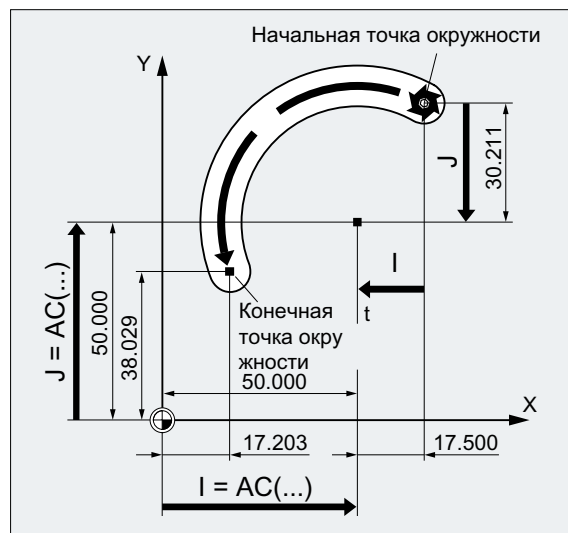
X... Y... Z...:	Конечная точка окружности в декартовых координатах В зависимости от текущей действительной настройки указания размеров G90/G91 или ...=AC(...) / ...=IC(...) координаты конечной точки окружности интерпретируются либо в абсолютном размере, либо в составном размере.
I... J... K...:	Параметр интерполяции для указания координат центра окружности в направлении X, Y, Z Координаты центра окружности стандартно указываются в составном размере относительно начальной точки окружности. Если координаты центра окружности необходимо указать в абсолютном размере относительно нулевой точки детали, то параметры интерполяции I, J, K необходимо запрограммировать следующим образом: I=AC(...) J=AC(...) K=AC(...) Указание Параметр интерполяции со значением 0 может не указываться, соответствующий второй параметр должен быть указан в любом случае.

Примечание

Предустановка G90/G91 абсолютного или составного размера действует только для конечной точки окружности.

Примеры

Пример 1: Фрезерная обработка



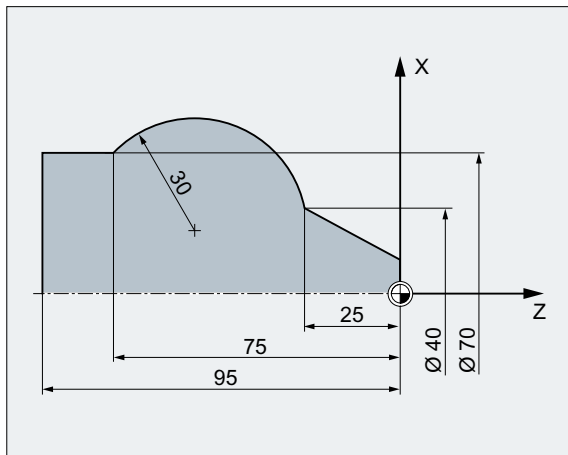
Указание центра в составном размере

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I-17.5 J-30.211 F500
```

Указание центра в абсолютном размере

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 I=AC(50) J=AC(50)
```

Пример 2: Токарная обработка



Указание центра в составном размере

```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I-3.335 K-29.25
N135 G1 Z-95
```

Указание центра в абсолютном размере

```
N120 G0 X12 Z0
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 I=AC(33.33) K=AC(-54.25)
N135 G1 Z-95
```

10.6.3 Круговая интерполяция с радиусом и конечной точкой (G2/G3, X... Y... Z..., CR)

Вариант круговой интерполяции, использующий для интерполяции **радиус** и **конечную точку** кругового элемента контура.

Примечание

Этот вариант **не** позволяет программировать полные круги (угол перемещения 360°).

Синтаксис

G2/G3 X... Y... Z... CR= $\pm$...

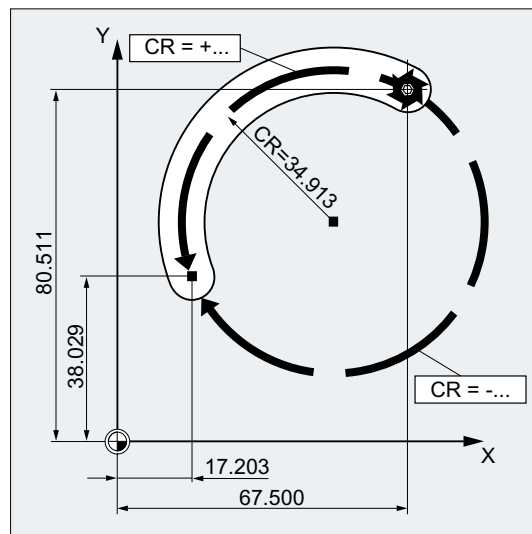
Объяснение

G2:	Круговая интерполяция по часовой стрелке	
	Активность:	модально

G3:	Круговая интерполяция против часовой стрелки	
	Активность:	модально
X... Y... Z...:	Конечная точка окружности в декартовых координатах В зависимости от текущей действительной настройки указания размеров G90/G91 или ...=AC(...) / ...=IC(...) координаты конечной точки интерпретируются либо в абсолютном размере, либо в составном размере.	
CR=±...:	Радиус окружности Посредством знака указывается, должен ли угол перемещения быть больше или меньше 180°. Положительный знак можно не указывать.	
	CR=+...:	Угол перемещения ≤ 180°
	CR=-...:	Угол перемещения > 180°
	Указание Исходя из существующей практики, не существует ограничения для размера максимального программируемого радиуса.	

Примеры

Пример 1: Фрезерная обработка



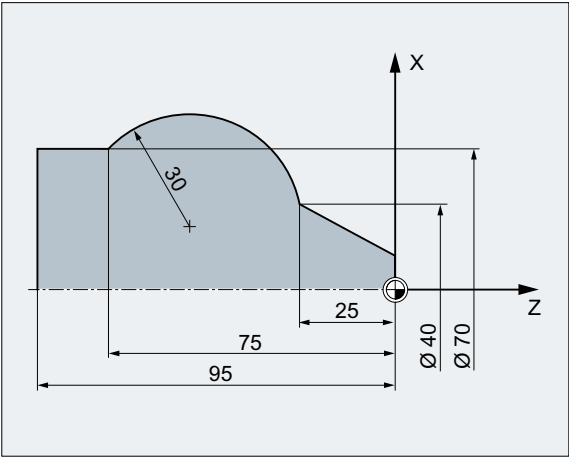
Программный код

```

N10 G0 X67.5 Y80.511
N20 G3 X17.203 Y38.029 CR=34.913 F500
...

```

Пример 2: Токарная обработка



Программный код

```
...
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G3 X70 Z-75 CR=30
N135 G1 Z-95
...
```

10.6.4 Круговая интерполяция с апертурным углом и конечной точкой / центром (G2/G3, X... Y... Z... / I... J... K..., AR)

Вариант круговой интерполяции, использующий для интерполяции **апертурный угол** и **центра** или **конечную точку** кругового элемента контура.

Примечание

Этот вариант **не** позволяет программировать полные круги (угол перемещения 360°).

Синтаксис

```
G2/G3 X... Y... Z... AR=...
G2/G3 I... J... K... AR=...
```

Объяснение

G2:	Круговая интерполяция по часовой стрелке	
	Активность:	модально
G3:	Круговая интерполяция против часовой стрелки	
	Активность:	модально

X... Y... Z...:	Конечная точка окружности в декартовых координатах В зависимости от текущей действительной настройки указания размеров G90/G91 или ...=AC(...) / ...=IC(...) координаты конечной точки окружности интерпретируются либо в абсолютном размере, либо в составном размере.	
I... J... K...:	Параметр интерполяции для указания координат центра окружности в направлении X, Y, Z Координаты центра окружности стандартно указываются в составном размере относительно начальной точки окружности. Если координаты центра окружности необходимо указать в абсолютном размере относительно нулевой точки детали, то параметры интерполяции I, J, K необходимо запрограммировать следующим образом: I=AC(...) J=AC(...) K=AC(...) Указание Параметр интерполяции со значением 0 может не указываться, соответствующий второй параметр должен быть указан в любом случае.	
AR=...:	Апертурный угол	
	Диапазон значений:	0° ... 360°

Примеры

Пример 1: Фрезерная обработка



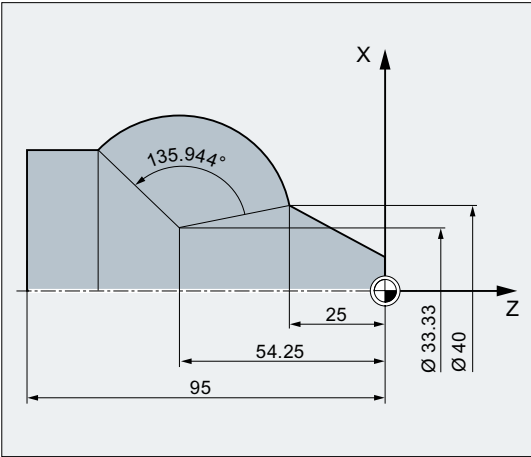
Программный код

```

N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G3 X17.203 Y38.029 AR=140.134 F500
N20 G3 I-17.5 J-30.211 AR=140.134 F500

```

Пример 2: Токарная обработка



Программный код	
N125	G1 X40 Z-25 F0.2
N130	G3 X70 Z-75 AR=135.944
N130	G3 I-3.335 K-29.25 AR=135.944
N130	G3 I=AC(33.33) K=AC(-54.25) AR=135.944
N135	G1 Z-95

10.6.5 Круговая интерполяция с полярными координатами (G2/G3, AP, RP)

Вариант круговой интерполяции, использующий для интерполяции **конечную точку окружности в полярных координатах**.

При этом действует следующее соглашение:

- Полюс лежит в центре окружности.
- Полярный радиус соответствует радиусу окружности.

Синтаксис

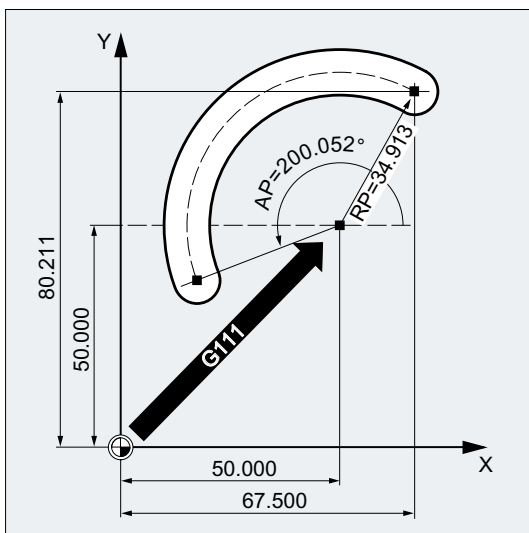
G2/G3 AP=... RP=...

Объяснение

G2:	Круговая интерполяция по часовой стрелке	
	Активность:	модально
G3:	Круговая интерполяция против часовой стрелки	
	Активность:	модально
AP=... RP=...:	Конечная точка окружности в полярных координатах	
	AP=...:	Полярный угол
	RP=...:	Полярный радиус ($\hat{=}$ радиус окружности)

Примеры

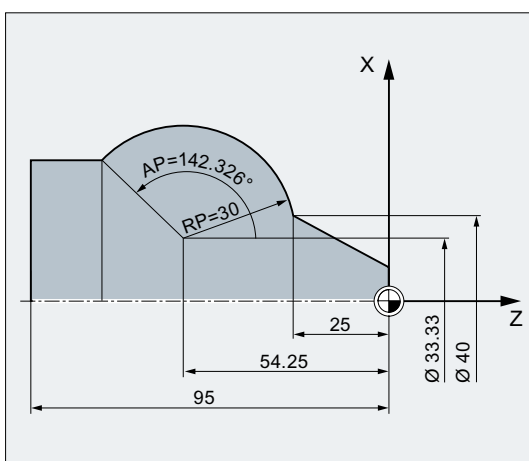
Пример 1: Фрезерная обработка



Программный код

```
N10 G0 X67.5 Y80.211
N20 G111 X50 Y50
N30 G3 RP=34.913 AP=200.052 F500
```

Пример 2: Токарная обработка



Программный код

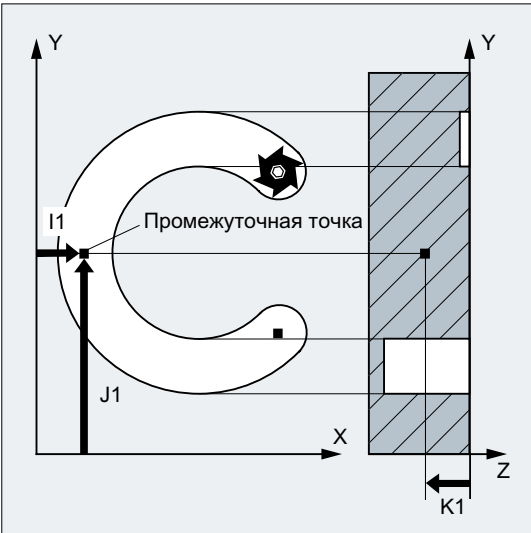
```
N125 G1 X40 Z-25 F0.2
N130 G111 X33.33 Z-54.25
N135 G3 RP=30 AP=142.326
N140 G1 Z-95
```

10.6.6 Круговая интерполяция с промежуточной и конечной точкой (CIP, X... Y... Z..., I1... J1... K1...)

Запрограммированный G-командой CIP вариант круговой интерполяции позволяет получать интерполяцию расположенных под углом в пространстве дуг окружностей.

Круговое движение описывается через **промежуточную точку** и **конечную точку** кругового контура.

Направление перемещения следует из последовательности: начальная точка → промежуточная точка → конечная точка.



Синтаксис

```
CIP X... Y... Z... I1=AC (...) J1=AC (...) K1=(AC...)
```

Объяснение

CIP:	Круговая интерполяция через промежуточную точку	
	Активность:	модально
X... Y... Z...:	Конечная точка окружности в декартовых координатах В зависимости от текущей действительной настройки указания размеров G90/G91 или ...=AC (...) / ...=IC (...) координаты конечной точки окружности интерпретируются либо в абсолютном размере, либо в составном размере.	
I1... J1... K1...:	Параметр интерполяции для указания координат промежуточной точки окружности в направлении X, Y, Z В зависимости от текущей действительной настройки указания размеров G90/G91 или ...=AC (...) / ...=IC (...) координаты промежуточной точки окружности интерпретируются либо в абсолютном размере, либо в составном размере. Указание Параметр интерполяции со значением 0 может не указываться, соответствующий второй параметр должен быть указан в любом случае.	

Примечание

Предустановки G90/G91 (указание абсолютного или составного размера) действуют для промежуточной точки окружности и конечной точки окружности.

При активном указании составного размера G91 или ...=IC (...) исходной точкой для промежуточной и конечной точки окружности служит начальная точка окружности.

Примечание

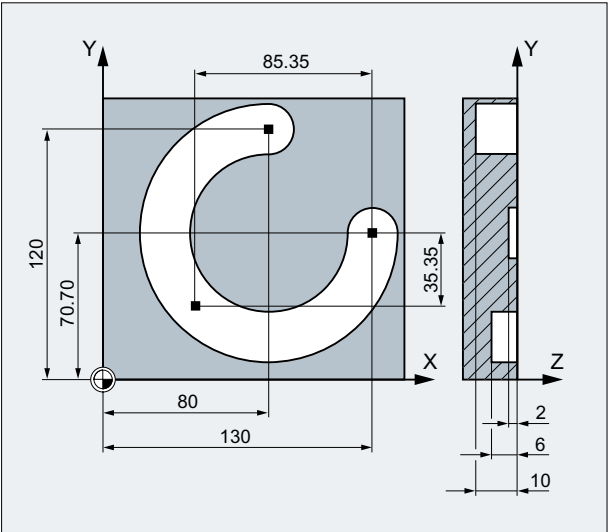
Токарная технология

Программирование диаметра в параметре интерполяции для поперечной оси при программировании окружностей с помощью CIP не поддерживается. Поэтому параметр интерполяции для поперечной оси следует программировать в радиусе.

Примеры

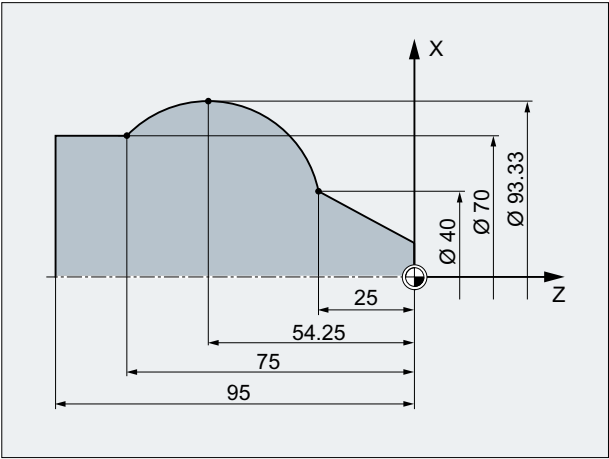
Пример 1: Фрезерная обработка

Для изготовления расположенной под углом в пространстве кольцевой канавки описывается окружность через указание промежуточной точки с 3 параметрами интерполяции и конечной точки также с 3 координатами.



Программный код	Комментарий
N10 G0 G90 X130 Y70.70 S800 M3	; Подвод в стартовую точку.
N20 G17 G1 Z-2 F100	; Подача инструмента.
N30 CIP X80 Y120 Z-10 I1=IC(-85.35) J1=IC(-35.35) K1=-6	; Конечная точка окружности и промежуточная точка.
	; Координаты для всех 3 геометрических осей.
N40 M30	; Конец программы.

Пример 2: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
...	
N125 G1 G90 X40 Z-25 F0.2	
N130 CIP X70 Z-75 I1=IC(26.665) K1=IC(-29.25)	; Параметр интерполяции I1 для поперечной оси должен быть запрограммирован в радиусе.
; или	
; N130 CIP X70 Z-75 I1=46.665 K1=-54.25	
N135 G1 Z-95	

10.6.7 Круговая интерполяция с тангенциальным переходом (СТ, X... Y... Z...)

Запрограммированный G-командой СТ вариант круговой интерполяции позволяет получать интерполяцию дуг окружностей, примыкающих по касательной к запрограммированному ранее элементу контура.

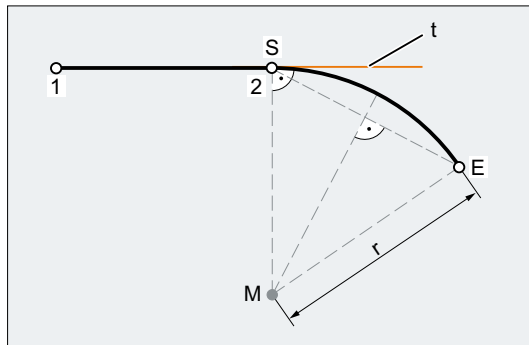
Окружность определяется при этом через **стартовую и конечную точку и направление касательной в стартовой точке**.

Примечание

Направление касательной в стартовой точке

Направление касательной в стартовой точке кадра СТ определяется из конечной касательной запрограммированного контура последнего предшествующего кадра с движением перемещения.

Между этим кадром и текущим кадром может находиться любое количество кадров без информации перемещения.



- S Стартовая точка
E Конечная точка
M Центр окружности
r Радиус окружности
t Конечная касательная запрограммированного контура последнего предшествующего кадра с движением перемещения

Рисунок 10-4 Круговая траектория S-E, примыкающая по касательной к участку прямой 1-2

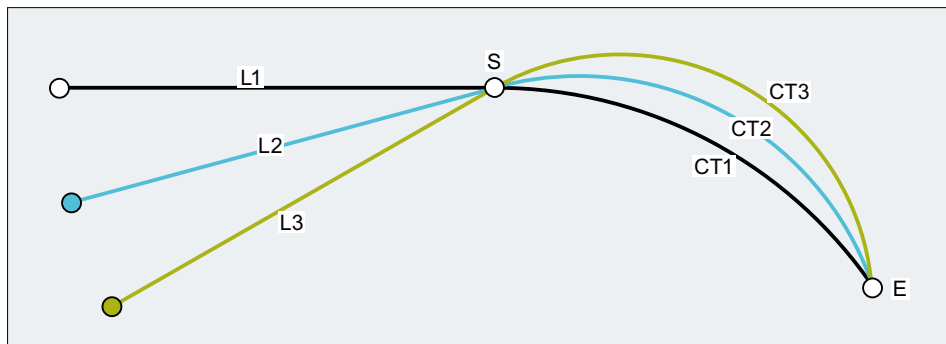


Рисунок 10-5 Примыкающие по касательной круговые траектории зависят от предшествующего элемента контура.

Синтаксис

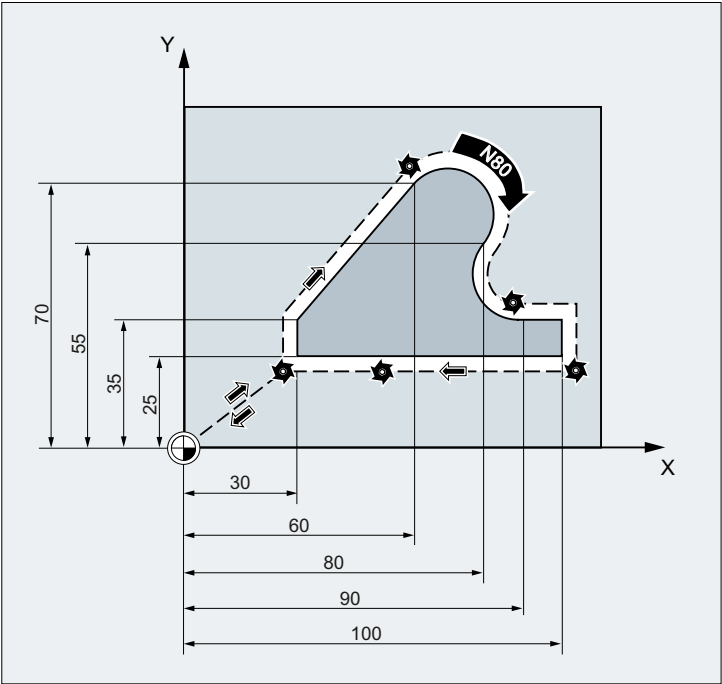
CT X... Y... Z...

Объяснение

CT:	Круговая интерполяция с тангенциальным переходом	
	Активность:	модально
X... Y... Z... :	Конечная точка окружности в декартовых координатах В зависимости от текущей действительной настройки указания размеров G90/G91 или ...=AC (...) / ...=IC (...) координаты конечной точки окружности интерпретируются либо в абсолютном размере, либо в составном размере.	

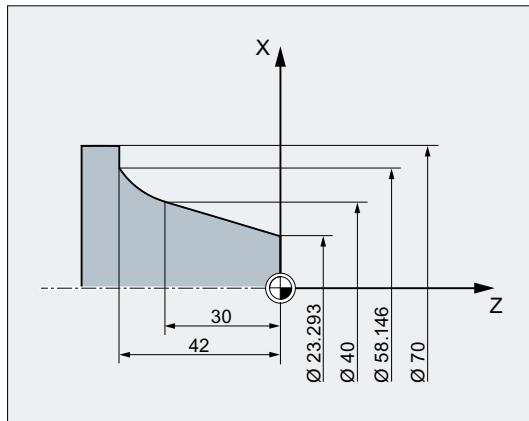
Примеры

Пример 1: Фрезерная обработка



Программный код	Комментарий
N10 G0 Z100	
N20 G17 T1 M6	
N30 G0 X0 Y0 Z2 M3 S300 D1	
N40 Z-5 F1000	; Подача инструмента.
N50 G41 X30 Y25 G1 F1000	; Включение коррекции радиуса инструмента.
N60 Y35	; Фрезерование контура.
N70 X60 Y70	
N80 СТ X80 Y55	; Программирование окружности с тангенциальным переходом.
N90 X90 Y35	
N100 G1 X100	
N110 Y25	
N120 X30	
N130 G0 G40 X0 Y0	; Отключение коррекции радиуса инструмента.
N140 Z100	; Отвод инструмента.
N140 M30	

Пример 2: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
...	
N110 G1 X23.293 Z0 F10	
N115 X40 Z-30 F0.2	
N120 СТ X58.146 Z-42	; Программирование окружности с тангенциальным переходом.
N125 G1 X70	
...	

Дополнительная информация

Сплаины

У сплайнов тангенциальное направление определяется через прямую через последние две точки. Это направление у сплайнов А и С при активной ENAT или EAUTO в общем и целом не идентично направлению в конечной точке сплайна.

Переход сплайна В всегда является тангенциальным, при этом направление касательной определено как у сплайнов А и С и активной ETAN.

Смена фрейма

Если между определяющим касательную кадром и кадром СТ происходит смена фрейма, то касательная подчиняется этой смене.

Граничная ситуация

Если продолжение стартовой касательной проходит через конечную точку, то вместо окружности создается прямая (граничная ситуация окружности с бесконечным радиусом). В этом специальном случае либо нельзя программировать TURN, либо должно действовать TURN=0.

Примечание

При приближении к этой граничной ситуации получаются окружности с радиусом любого размера, так что при TURN, не равном 0, как правило, обработка прерывается с ошибкой из-за нарушения предела программного обеспечения.

Положение плоскости окружности

Положение плоскости окружности зависит от активной плоскости (G17-G19).

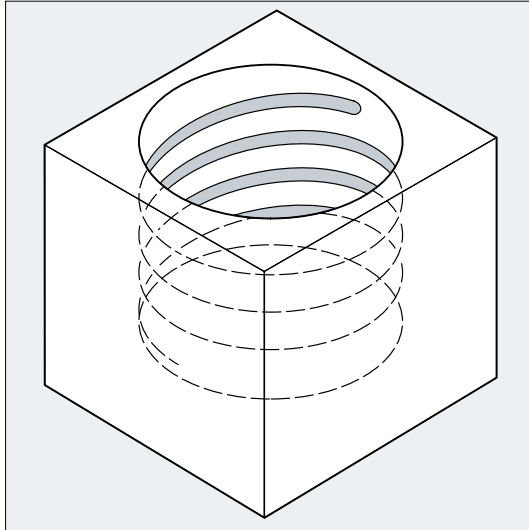
10.6 Круговая интерполяция

Если касательная предыдущего кадра находится не в активной плоскости, то используется ее проекция в активную плоскость.

Если стартовая и конечная точка имеют разные позиционные компоненты вертикально к активной плоскости, то вместо окружности создается спираль.

10.7 Винтовая интерполяция (G2/G3, TURN)

Винтовая интерполяция (спиральная интерполяция) позволяет, к примеру, создавать резьбы или смазочные канавки.



При винтовой интерполяции накладываются и параллельно выполняются два движения:

- ровное круговое движение, на которое
- накладывается вертикальное линейное движение.

Синтаксис

G2/G3 X... Y... Z... I... J... K... TURN=

G2/G3 X... Y... Z... I... J... K... TURN=

G2/G3 AR=... I... J... K... TURN=

G2/G3 AR=... X... Y... Z... TURN=

G2/G3 AP... RP=... TURN=

Значение

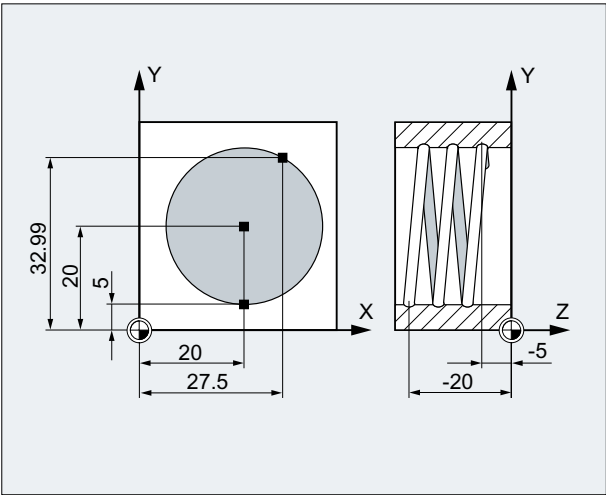
G2:	Движение по круговой траектории по часовой стрелке
G3:	Движение по круговой траектории против часовой стрелки
X Y Z :	Конечная точка в декартовых координатах
I J K :	Центр окружности в декартовых координатах
AR:	Апертурный угол
TURN= :	Количество дополнительных проходов круга в диапазоне от 0 до 999
AP= :	Полярный угол
RP= :	Полярный радиус

Примечание

G2 и G3 действуют модально.

Круговое движение выполняется в осях, которые определены через указание рабочей плоскости.

Пример



Программный код

```
N10 G17 G0 X27.5 Y32.99 Z3
N20 G1 Z-5 F50
N30 G3 X20 Y5 Z-20 I=AC(20) J=AC(20) TURN=2
N40 M30
```

Комментарий

; Подвод в стартовую позицию.

; Подача инструмента.

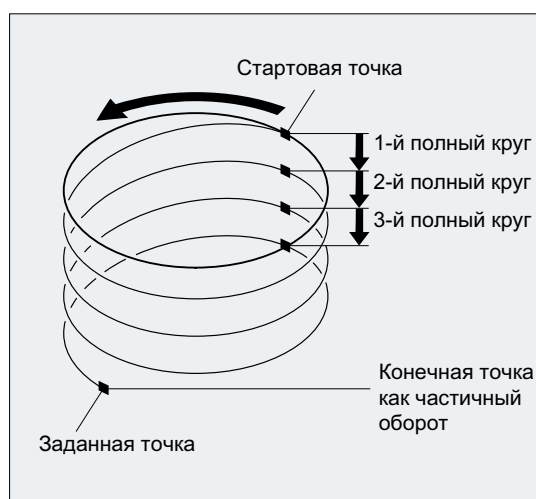
; Винтовая линия с данными: Выполнить от стартовой позиции 2 полных круга, после этого переход в конечную точку.

; Конец программы.

Дополнительная информация

Последовательность движений

1. Переход к стартовой точке
 2. С TURN= исполнение запрограммированных полных кругов.
 3. Подвод к конечной точки окружности, например, как частичный оборот.
 4. Исполнение пунктов 2 и 3 на глубину подачи.
- Из количества полных кругов плюс запрограммированной конечной точки окружности (выполненными на глубину подачи) получается шаг, с которым должна быть изготовлена винтовая линия.



Программирование конечной точки винтовой интерполяции

Подробное описание параметров интерполяции см. круговую интерполяцию.

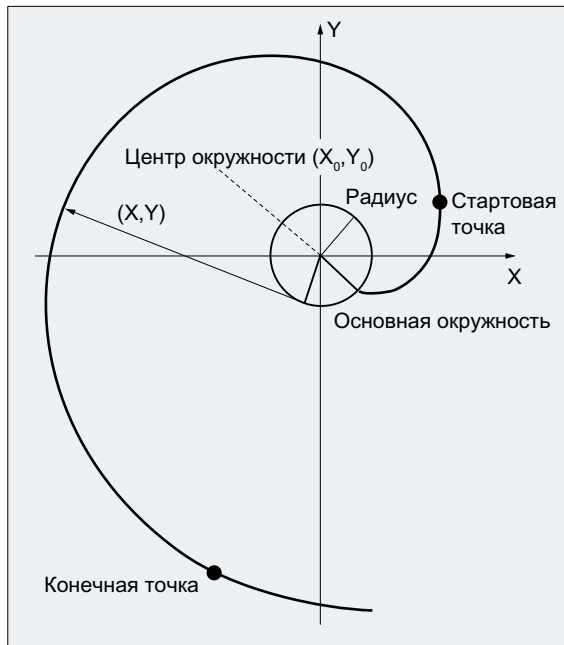
Запрограммированная подача

При винтовой интерполяции рекомендуется указывать запрограммированные процентки подачи (CFC). С помощью `FGROUP` можно установить, какие оси должны перемещаться с запрограммированной подачей. Подробности см. главу "Параметры траектории".

10.8 Эвольвентная интерполяция (INVCW, INVCCW)

Эвольвента окружности это кривая, описываемая от конечной точки жестко натянутой, развернутой от окружности нити.

Эвольвентная интерполяция позволяет создавать траектории вдоль эвольвенты. Она выполняется в плоскости, в которой определена основная окружность, и проходит от запрограммированной стартовой точки до запрограммированной конечной точки.



Возможно два способа программирования конечной точки:

1. Напрямую через декартовы координаты
2. Косвенно через указание апертурного угла (сравни программирование апертурного угла при программировании окружности)

Если стартовая и конечная точка не лежат в плоскости основной окружности, то, аналогично винтовой интерполяции у окружностей, получается наложение на кривую в пространстве.

При дополнительном вводе ходов траектории вертикально к активной плоскости (можно сравнить с винтовой интерполяцией для окружностей) эвольвента может перемещаться в пространстве.

Синтаксис

```
INVCW X... Y... Z... I... J... K... CR=...
INVCCW X... Y... Z... I... J... K... CR=...
INVCW I... J... K... CR=... AR=...
INVCCW I... J... K... CR=... AR=...
```

Объяснение

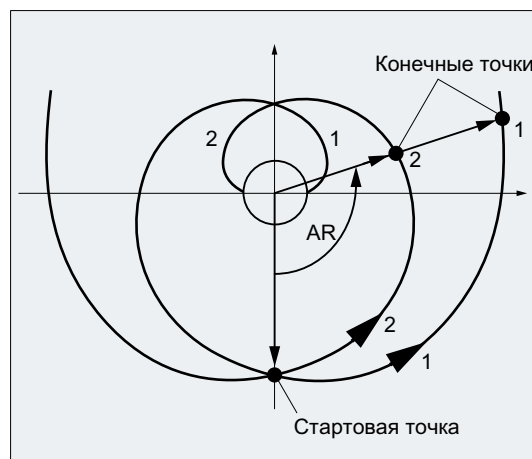
INVCW:	Команда движения по эвольвенте по часовой стрелке	
INVCCW:	Команда движения по эвольвенте против часовой стрелки	
X... Y... Z...:	Прямое программирование конечной точки в декартовых координатах	
I... J... K...:	Параметры интерполяции для описания центра основной окружности в декартовых координатах Примечание: Координаты указываются относительно стартовой точки эвольвенты.	
CR=...:	Радиус основной окружности	
AR=...:	Косвенное программирование конечной точки через указание апертурного угла (угла поворота) Началом отсчета апертурного угла является прямая от центра окружности к стартовой точке.	
	AR > 0:	Траектория на эвольвенте движется от основной окружности .
	AR < 0:	Траектория на эвольвенте движется к основной окружности . Для AR < 0 максимальный угол поворота ограничен тем, что конечная точка всегда должна находиться вне основной окружности.

Косвенное программирование конечной точки через указание апертурного угла

ВНИМАНИЕ**Апертурный угол не определен**

При косвенном программировании конечной точки через указание апертурного угла AR учитывать знак угла, т.к. смена знака привела бы к другой эвольвенте и тем самым к другой траектории.

Это должен пояснить следующий пример:

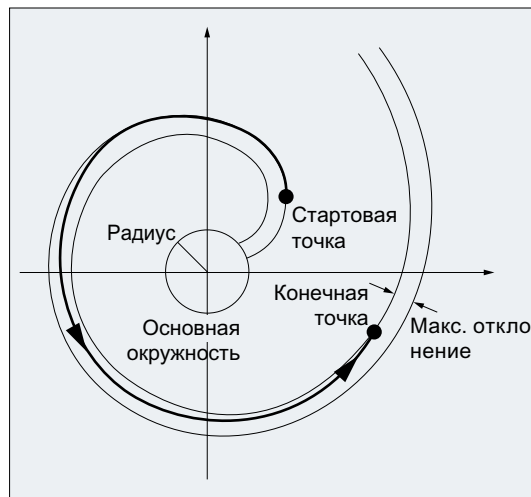


У эвольвент 1 и 2 совпадают параметры радиуса и центра основной окружности, а также стартовой точки и направления вращения (INVCW / INVCCW). Единственным различием является знак апертурного угла:

- При $AR > 0$ перемещается траектория на эвольвенте 1 и выполняется подвод к конечной точке 1.
- При $AR < 0$ перемещается траектория на эвольвенте 2 и выполняется подвод к конечной точке 2.

Граничные условия

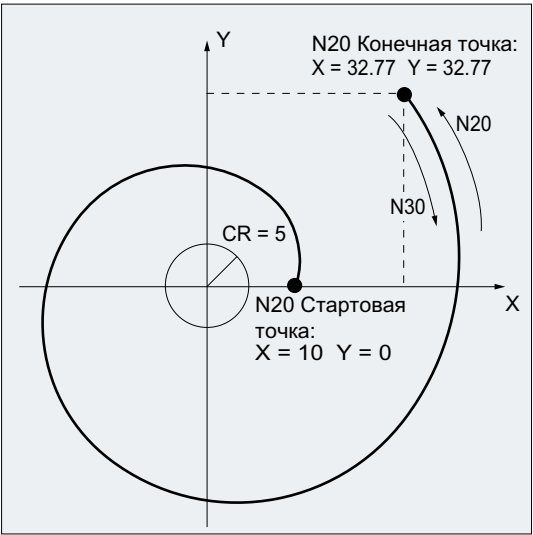
- Как стартовая точка, так и конечная точка, должны находится вне поверхности основной окружности эвольвенты (окружность с радиусом CR вокруг определенного через I, J, K центра). Если это условие не соблюдается, то выводится ошибка и обработка программы отменяется.
- Обе возможности программирования конечной точки (напрямую через декартовы координаты или косвенно через указание апертурного угла) являются взаимоисключающими. Поэтому в кадре может использоваться только одна из этих двух возможностей программирования.
- Если запрограммированная конечная точка находится не точно на определенной через стартовую точку и основную окружность эвольвенте, то осуществляется интерполяция между обеими эвольвентами, определенными через стартовую или конечную точку (см. рисунок ниже).



Максимальное отклонение конечной точки устанавливается через машинные данные (→ Изготовитель станка!). Если отклонение запрограммированной конечной точки в радиальном направлении больше, чем установленное через эти MD значение, то выводится ошибка и выполнение программы отменяется.

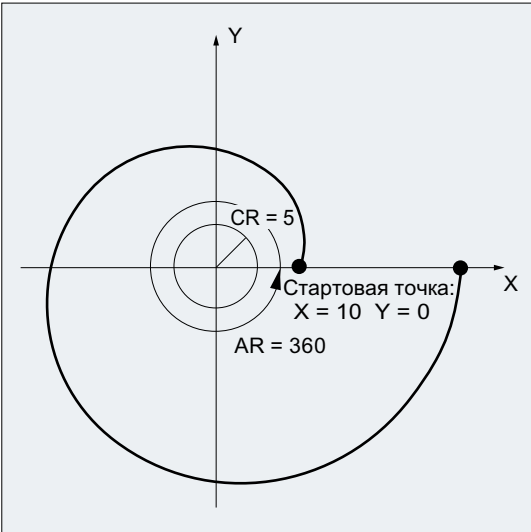
Примеры

Пример 1: Левовращающаяся эвольвента от стартовой точки к запрограммированной конечной точке и как правовращающаяся эвольвента обратно



Программный код	Комментарий
N10 G1 X10 Y0 F5000	; Подвод в стартовую позицию.
N15 G17	; Выбор плоскости X/Y как рабочей плоскости.
N20 INVCCW X32.77 Y32.77 CR=5 I-10 J0	; Эвольвента против часовой стрелки, конечная точка в декартовых координатах.
N30 INVCW X10 Y0 CR=5 I-32.77 J-32.77	; Эвольвента по часовой стрелке, стартовая точка это конечная точка из N20, новая конечная точка это стартовая точка из N20, новый центр окружности относится к новой стартовой точке и равен старому центру окружности.
...	

Пример 2: Левовращающаяся эвольвента с косвенным программированием конечной точки через указание апертурного угла



Программный код	Комментарий
N10 G1 X10 Y0 F5000	; Подвод в стартовую позицию.
N15 G17	; Выбор плоскости X/Y как рабочей плоскости.
N20 INVCCW CR=5 I-10 J0 AR=360	; Эвольвента против часовой стрелки и от основной окружности (т.к. указан положительный угол) с полным оборотом (360 градусов).
...	

Литература

Прочую информацию по связанным с эвольвентной интерполяцией важным машинным данным и граничным условиям см.:

Описание функций "Основные функции"; Различные интерфейсные сигналы ЧПУ/PLC и функции (A2), глава: "Установки для эвольвентной интерполяции"

10.9 Линии контура

10.9.1 Программирование линии контура

Функция

Программирование линии контура служит для быстрого ввода простых контуров.

Могут программироваться линии контура с 1, 2, 3 или более точками с переходными элементами "фаска" или "закругление" через указание декартовых координат и / или углов (ANG или ANG1 и ANG2).

В кадрах, описывающих линии контура, могут использоваться любые другие адреса ЧПУ, например, буквы адреса для других осей (отдельные оси или ось вертикально к плоскости обработки), данные вспомогательных функций, G-команды, скорости и т. д.

Примечание

Контурный вычислитель

Простое программирование линии контура возможно и с помощью контурного вычислителя. При этом речь идет об инструменте интерфейса, который обеспечивает программирование и графическое представление простых и сложных контуров деталей. Запрограммированные через контурный вычислитель контуры передаются в программу обработки детали.

Литература:

Руководство оператора

Параметрирование

Идентификаторы для угла, радиуса и фаски определяются через машинные данные:

MD10652 \$MN_CONTOUR_DEF_ANGLE_NAME (имя угла для линий контура)

MD10654 \$MN_RADIUS_NAME (имя радиуса для линий контура)

MD10656 \$MN_CHAMFER_NAME (имя фаски для линий контура)

Примечание

См. указания изготовителя станка.

10.9.2 Линии контура: Прямая

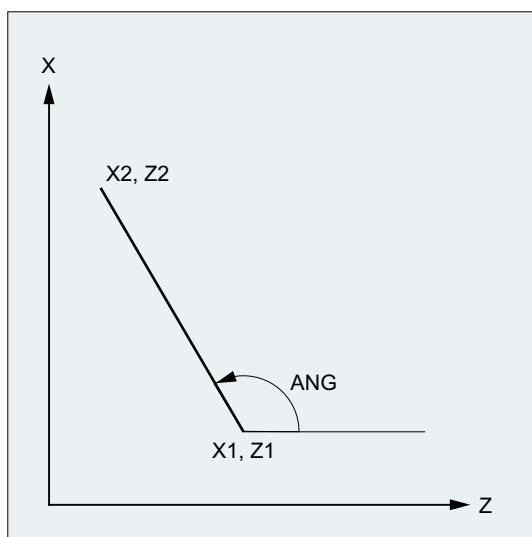
Примечание

В описании ниже предполагается, что:

- G18 активна ($\Rightarrow$ активной рабочей плоскостью является плоскость Z/X).
- (Но программирование линий контура без ограничений возможно и при G17 или G19.)
- для угла, радиуса и фаски определены следующие идентификаторы:
 - ANG (угол)
 - RND (радиус)
 - CHR (фаска)

Конечная точка прямой определяется следующими данными:

- Угол ANG
- **Одна** декартова координата конечной точки (X2 или Z2)



ANG: Угол прямой
X1, Z1: Начальные координаты
X2, Z2: Координаты конечной точки прямой

Синтаксис

X... ANG=...
Z... ANG=...

Значение

X...:	Координата конечной точки в направлении X
Z...:	Координата конечной точки в направлении Z
ANG:	Идентификатор для программирования угла Указанное значение (угол) относится к абсциссе активной рабочей плоскости (ось Z при G18).

Пример

Программный код	Комментарий
N10 X5 Z70 F1000 G18	; Подвод в стартовую позицию
N20 X88.8 ANG=110	; Прямая с указанием угла
N30 ...	

или:

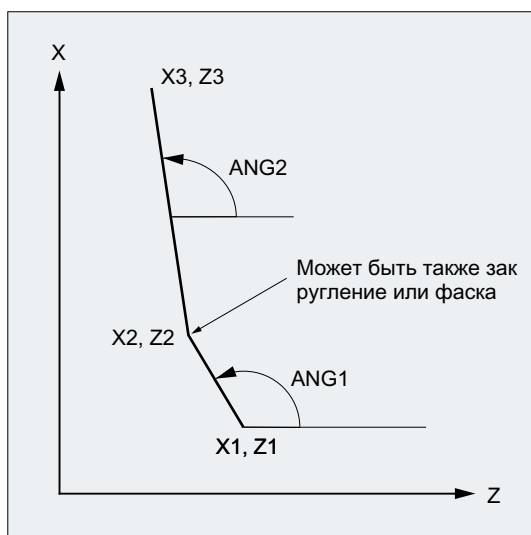
Программный код	Комментарий
N10 X5 Z70 F1000 G18	; Подвод в стартовую позицию
N20 Z39.5 ANG=110	; Прямая с указанием угла
N30 ...	

10.9.3 Линии контура: Две прямые**Примечание**

В описании ниже предполагается, что:

- G18 активна ($\Rightarrow$ активной рабочей плоскостью является плоскость Z/X).
(Но программирование линий контура без ограничений возможно и при G17 или G19.)
- Для угла, радиуса и фаски определены следующие идентификаторы:
 - ANG (угол)
 - RND (радиус)
 - CHR (фаска)

Конечная точка первой прямой может быть запрограммирована через указание декартовых координат или через указание угла обеих прямых. Конечная точка второй прямой всегда должны быть запрограммирована декартово. Точка пересечения обеих прямых может быть выполнена как угол, закругление или как фаска.



- ANG1: Угол первой прямой
 ANG2: Угол второй прямой
 X1, Z1: Начальные координаты первой прямой
 X2, Z2: Координаты конечной точки первой прямой или начальные координаты второй прямой
 X3, Z3: Координаты конечной точки второй прямой

Синтаксис

Программирование конечной точки первой прямой через указание угла

- Угол как переход между прямыми:

```
ANG=...
X... Z... ANG=...
```

- Закругление как переход между прямыми:

```
ANG=... RND=...
X... Z... ANG=...
```

- Фаска как переход между прямыми:

```
ANG=... CHR=...
X... Z... ANG=...
```

Программирование конечной точки первой прямой через указание координат

- Угол как переход между прямыми:

```
X... Z...
```

- X... Z...
- Закругление как переход между прямыми:

X... Z... RND=...

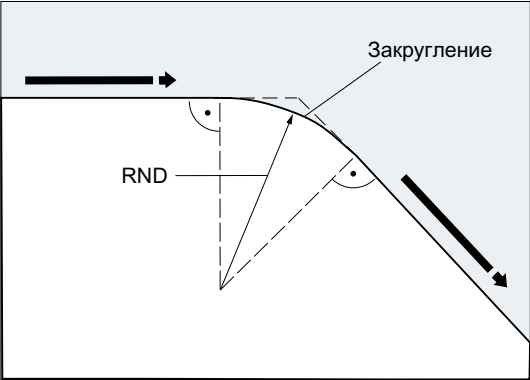
X... Z...

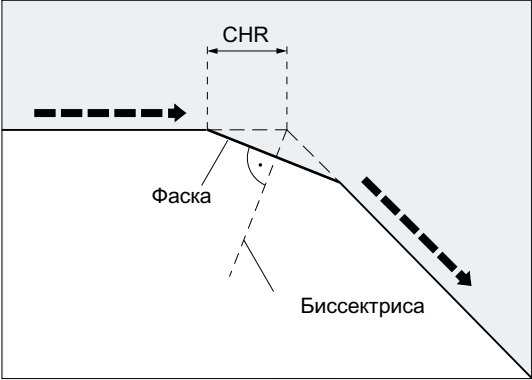
- Фаска как переход между прямыми:

X... Z... CHR=...

X... Z...

Значение

ANG=... :	Идентификатор для программирования угла Указанное значение (угол) относится к абсциссе активной рабочей плоскости (ось Z при G18).
RND=... :	Идентификатор для программирования закругления Указанное значение соответствует радиусу закругления: 

CHR= . . . :	Идентификатор для программирования фаски Указанное значение соответствует ширине фаски в направлении движения: 
X . . . :	Координаты в направлении X
Z . . . :	Координаты в направлении Z

Примечание

Дополнительную информацию по программированию фаски или закругления см. " Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Страница 260) ".

Пример

Программный код	Комментарий
N10 X10 Z80 F1000 G18	; Подвод в стартовую позицию.
N20 ANG=148.65 CHR=5.5	; Прямая с указанием угла и фаски.
N30 X85 Z40 ANG=100	; Прямая с указанием угла и конечной точки.
N40 ...	

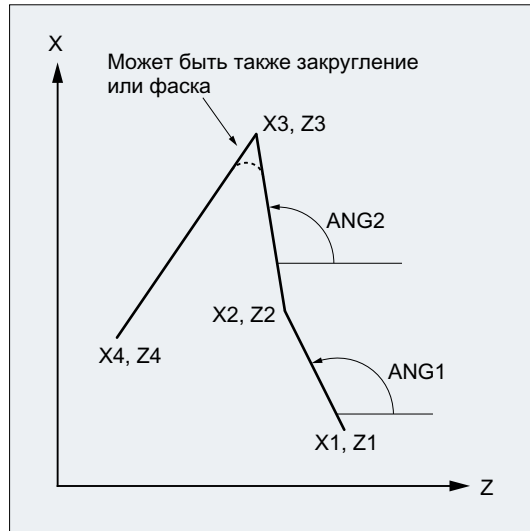
10.9.4 Линии контура: Три прямые

Примечание

В описании ниже предполагается, что:

- G18 активна (⇒ активной рабочей плоскостью является плоскость Z/X).
(Но программирование линий контура без ограничений возможно и при G17 или G19 .)
- Для угла, радиуса и фаски определены следующие идентификаторы:
 - ANG (угол)
 - RND (радиус)
 - CHR (фаска)

Конечная точка первой прямой может быть запрограммирована через указание декартовых координат или через указание угла обеих прямых. Конечная точка второй и третьей прямой всегда должны быть запрограммирована декартово. Точка пересечения прямых может быть выполнена как угол, закругление или как фаска.



ANG1:	Угол первой прямой
ANG2:	Угол второй прямой
X1, Z1:	Начальные координаты первой прямой
X2, Z2:	Координаты конечной точки первой прямой или начальные координаты второй прямой
X3, Z3:	Координаты конечной точки второй прямой или начальная точка третьей прямой
X4, Z4:	Координаты конечной точки третьей прямой

Примечание

Объясняемое здесь программирование для 3-точечной линии контура может быть произвольно продолжено для линий контура более чем из трех точек.

Синтаксис

Программирование конечной точки первой прямой через указание угла

- Угол как переход между прямыми:

```
ANG=...
X... Z... ANG=...
X... Z...
```

- Закругление как переход между прямыми:

```
ANG=... RND=...
```

```
X... Z... ANG=... RND=...  
X... Z...
```

- Фаска как переход между прямыми:

```
ANG=... CHR=...  
X... Z... ANG=... CHR=...  
X... Z...
```

Программирование конечной точки первой прямой через указание координат

- Угол как переход между прямыми:

```
X... Z...  
X... Z...  
X... Z...
```

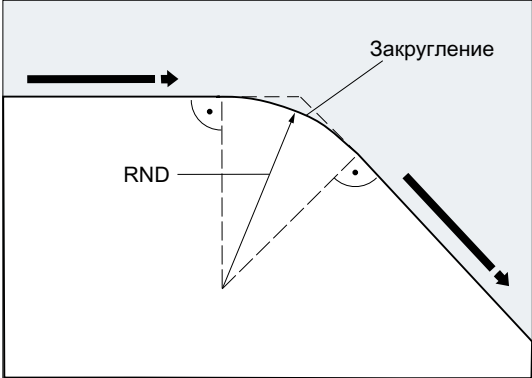
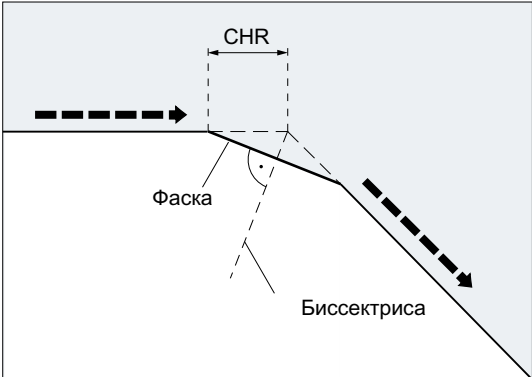
- Закругление как переход между прямыми:

```
X... Z... RND=...  
X... Z... RND=...  
X... Z...
```

- Фаска как переход между прямыми:

```
X... Z... CHR=...  
X... Z... CHR=...  
X... Z...
```

Значение

ANG= . . . :	Идентификатор для программирования угла Указанное значение (угол) относится к абсциссе активной рабочей плоскости (ось Z при G18).
RND= . . . :	Идентификатор для программирования закругления Указанное значение соответствует радиусу закругления: 
CHR= . . . :	Идентификатор для программирования фаски Указанное значение соответствует ширине фаски в направлении движения: 
X . . . :	Координаты в направлении X
Z . . . :	Координаты в направлении Z

Примечание

Дополнительную информацию по программированию фаски или закругления см. "Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM) (Страница 260)".

Пример

Программный код	Комментарий
N10 X10 Z100 F1000 G18	; Подвод в стартовую позицию
N20 ANG=140 CHR=7.5	; Прямая с указанием угла и фаски
N30 X80 Z70 ANG=95.824 RND=10	; Прямая на промежуточную точку с указанием угла и закругления
N40 X70 Z50	; Прямая на конечную точку

10.9.5 Линии контура: Программирование конечной точки с углом

Функция

Если в кадре ЧПУ появляется буква адреса А, до дополнительно не может быть запрограммировано ни одной, может быть запрограммировано одна или обе оси активной плоскости.

Количество запрограммированных осей

- Если **ни одна из осей** активной плоскости не запрограммирована, то речь идет либо о первом, либо о втором кадре линии контура, которая состоит из двух кадров. Если это второй кадр такой линии контура, то это означает, что стартовая и конечная точка в активной плоскости идентичны. Тогда в любом случае линия контура состоит из одного движения вертикально к активной плоскости.
- Если запрограммирована **точно одна ось** активной плоскости, то речь идет либо об отдельной прямой, конечная точка которой однозначно определена углом и запрограммированной декартовой координатой, либо о втором кадре состоящей из двух кадров линии контура. Во втором случае отсутствующая координата устанавливается равной последней достигнутой (модальной) позиции.
- Если запрограммированы **две оси** активной плоскости, то речь идет о втором кадре линии контура, состоящей из двух кадров. Если перед актуальным кадром не стоял кадр с программированием угла без запрограммированных осей активной плоскости, то такой кадр не допускается.

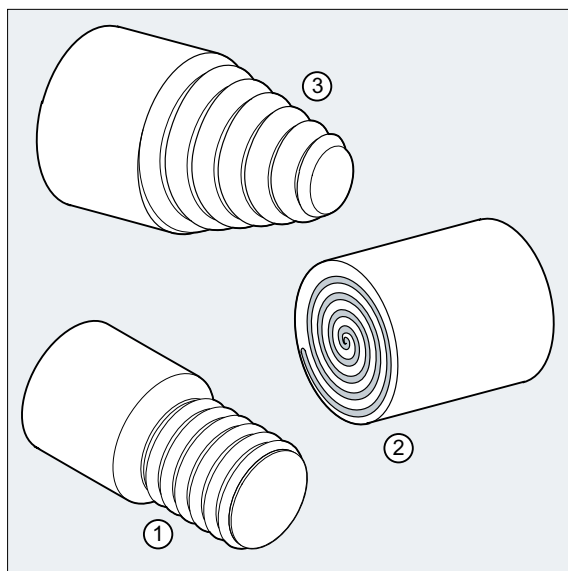
Угол А может программироваться только при линейной или сплайн-интерполяции.

10.10 Резьбонарезание

10.10.1 Резьбонарезание с постоянным шагом (G33, SF)

С помощью G33 можно изготовить резьбу с постоянным шагом:

- Цилиндрическая резьба ①
- Спиральная резьба ②
- Коническая резьба ③

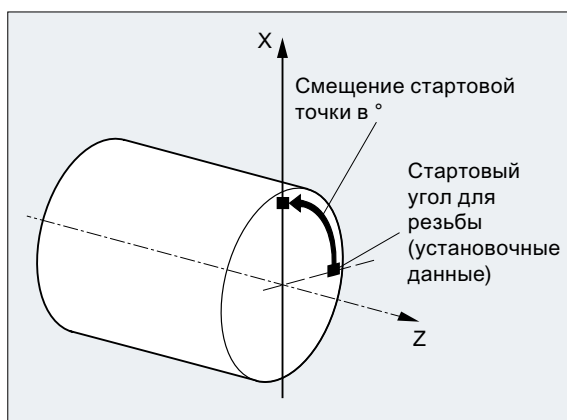


Примечание

Техническим условием для резьбонарезания с G33 является шпиндель с регулируемой скоростью с системой измерения перемещения.

Многозаходная резьба

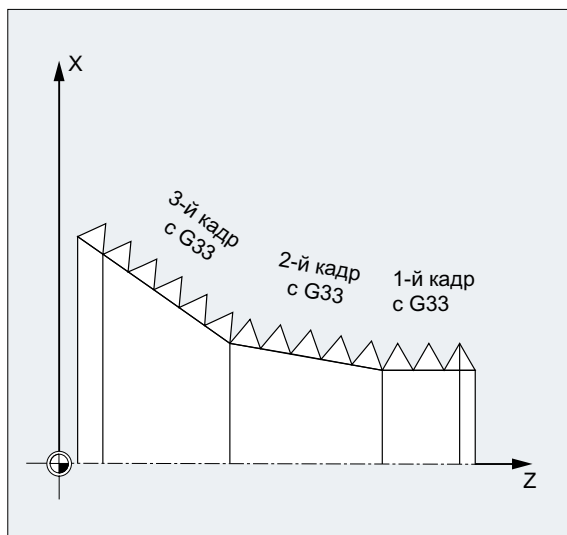
Многозаходные резьбы (резьбы со смещенными проходами резца) могут изготавливаться посредством указания смещения стартовой точки. Программирование осуществляется в кадре G33 по адресу SF.

**Примечание**

Если смещение стартовой точки не указано, то используется определенный в установочных данных "Стартовый угол для резьбы".

Цепочка резьб

С помощью нескольких, последовательно запрограммированных кадров G33 можно изготовить цепочку резьб:

**Примечание**

С помощью режима управления траекторией G64 посредством опережающего управления скоростью кадры связываются друг с другом таким образом, что не возникает скачков скорости.

Направление вращения резьбы

Направление вращения резьбы определяется через направление вращения шпинделя:

- правое вращение с M3 создает правую резьбу
- левое вращение с M4 создает левую резьбу

Синтаксис

Цилиндрическая резьба:

G33 Z... K...

G33 Z... K... SF=...

Спиральная резьба:

G33 X... I...

G33 X... I... SF=...

Коническая резьба:

G33 X... Z... K...

G33 X... Z... K... SF=...

G33 X... Z... I...

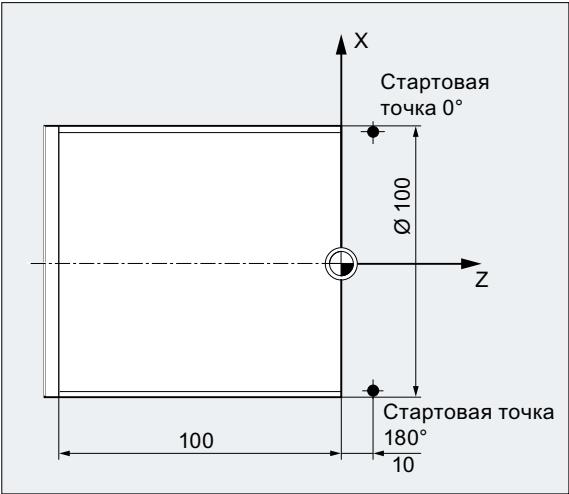
G33 X... Z... I... SF=...

Значение

G33:	Команда для резьбонарезания с постоянным шагом	
X... Y... Z...:	Конечная(ые) точка(и) в декартовых координатах	
I...:	Шаг резьбы в направлении X	
J...:	Шаг резьбы в направлении Y	
K...:	Шаг резьбы в направлении Z	
Z:	Продольная ось	
X:	Поперечная ось	
Z... K...:	Длина и шаг для цилиндрической резьбы	
X... I...:	Диаметр и шаг для спиральной резьбы	
I... или K...	Шаг для конической резьбы	
	Указание (I... или K...) зависит от угла конуса:	
	< 45°:	Шаг резьбы указывается с K... (шаг резьбы в продольном направлении).
	> 45°:	Шаг резьбы указывается с I... (шаг резьбы в поперечном направлении).
SF=...:	= 45°:	Шаг резьбы может быть указан с I... или K...
	Смещение стартовой точки (необходимо только для многозаходных резьб!)	
	Смещение стартовой точки указывается как абсолютная угловая позиция.	
	Диапазон значений:	0.0000 до 359.999 градусов

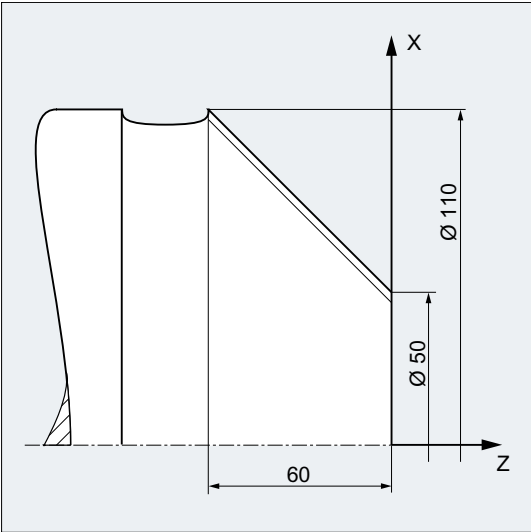
Примеры

Пример 1: Двухзаходная цилиндрическая резьба со смещением стартовой точки 180°



Программный код	Комментарий
N10 G1 G54 X99 Z10 S500 F100 M3	; Смещение нулевой точки, подвод в стартовую точку, включение шпинделя.
N20 G33 Z-100 K4	; Цилиндрическая резьба: конечная точка в Z
N30 G0 X102	; Отвод в стартовую позицию.
N40 G0 Z10	
N50 G1 X99	
N60 G33 Z-100 K4 SF=180	; 2. проход резца: смещение стартовой точки 180°
N70 G0 X110	; Отвод инструмента.
N80 G0 Z10	
N90 M30	; Конец программы.

Пример 2: Коническая резьба с углом меньше 45°

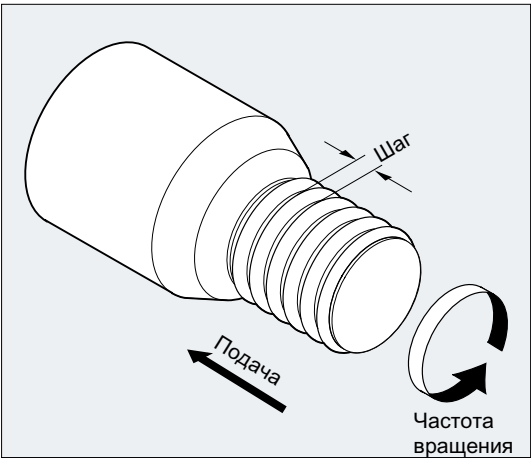


Программный код	Комментарий
N10 G1 X50 Z0 S500 F100 M3	; Подвод в стартовую точку, включение шпинделя.
N20 G33 X110 Z-60 K4	; Коническая резьба: Конечная точка в X и Z, указание шага резьбы с K... в направлении Z (т.к. угол конуса < 45°).
N30 G0 Z0 M30	; Отвод, конец программы.

Дополнительная информация

Подача для резьбонарезания с G33

СЧПУ вычисляет из запрограммированного числа оборотов шпинделя и шага резьбы необходимую подачу, с которой токарный резец будет перемещаться по длине резьбы в продольном и/или поперечном направлении. Подача F не учитывается для G33, ограничение до максимальной осевой скорости (ускоренный ход) контролируется СЧПУ.



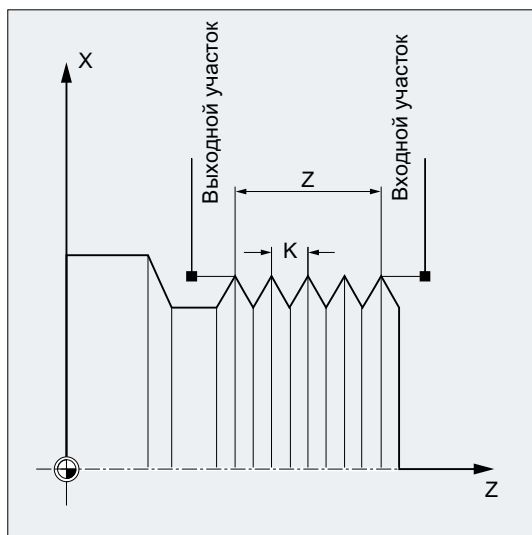
Цилиндрическая резьба

Цилиндрическая резьба описывается через:

- длину резьбы
- шаг резьбы

Длина резьбы вводится с одной из декартовых координат X, Y или Z в абсолютном или составном размере (на токарных станках преимущественно в направлении Z). Дополнительно учитываются входные и выходные участки, на которых подача увеличивается или уменьшается.

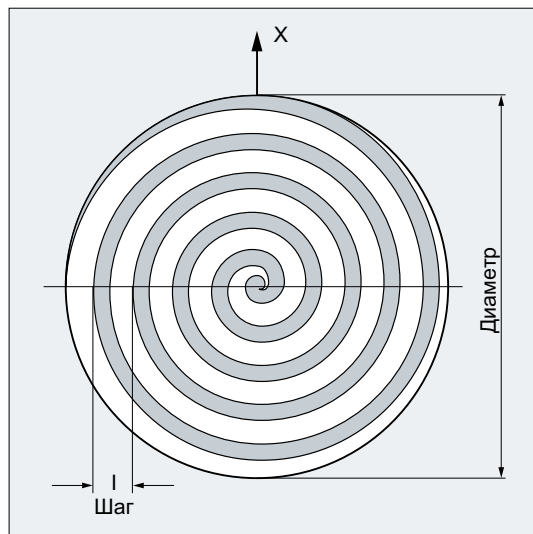
Шаг резьбы вводится по адресам I, J, K (у токарных станков преимущественно с K).



Спиральная резьба

Спиральная резьба описывается через:

- диаметр резьбы (преимущественно в направлении X)
- шаг резьбы (преимущественно с I)



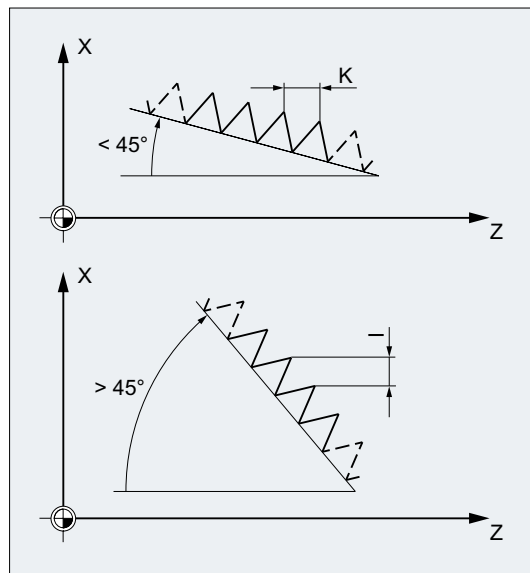
Коническая резьба

Коническая резьба описывается через:

- конечную точку в продольном и поперечном направлении (контур конуса)
- шаг резьбы

Контур конуса вводится в декартовых координатах X, Y, Z в основном или составном размере, при обработке на токарных станках преимущественно в направлении X и Z. Дополнительно учитываются входные и выходные участки, на которых подача увеличивается или уменьшается.

Указание шага зависит от угла конуса (угол между продольной осью и боковой поверхностью конуса):



10.10.2 Резьбонарезание с увеличивающимся или уменьшающимся шагом (G34, G35)

С помощью команд G34 и G35 к функциональности G33 была добавлена возможность дополнительного программирования изменения шага резьбы по адресу F. В случае G34 это приводит к линейному увеличению, в случае G35 к линейному уменьшению шага резьбы. Таким образом, команды G34 и G35 могут использоваться для изготовления самонарезающихся резьб.

Синтаксис

Цилиндрическая резьбы с увеличивающимся шагом:

G34 Z... K... F... .

Цилиндрическая резьбы с уменьшающимся шагом:

G35 Z... K... F... .

Спиральная резьбы с увеличивающимся шагом:

G34 X... I... F...

Спиральная резьбы с уменьшающимся шагом:

G35 X... I... F...

Коническая резьбы с увеличивающимся шагом:

G34 X... Z... K... F...

G34 X... Z... I... F...

Коническая резьбы с уменьшающимся шагом:

G35 X... Z... K... F...

G35 X... Z... I... F...

Значение

G34:	Команда для резьбонарезания с линейно увеличивающимся шагом						
G35:	Команда для резьбонарезания с линейно уменьшающимся шагом						
X... Y... Z... :	Конечная(ые) точка(и) в декартовых координатах						
I... :	Шаг резьбы в направлении X						
J... :	Шаг резьбы в направлении Y						
K... :	Шаг резьбы в направлении Z						
F... :	Изменение шага резьбы Если начальный и конечный шаг резьбы известны, то программируемое изменение шага резьбы может быть вычислено по следующей формуле: $F = \frac{k_e^2 - k_a^2}{2 * l_G} \text{ [мм/об}^2\text{]}$ Где: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">k_e:</td><td style="padding: 2px 5px;">шаг резьбы (шаг резьбы координаты заданной точки) [мм/об]</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">k_a:</td><td style="padding: 2px 5px;">начальный шаг резьбы (запрограммирован в I, J или K) [мм/об]</td></tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">l_G:</td><td style="padding: 2px 5px;">длина резьбы [мм]</td></tr> </table>	k_e :	шаг резьбы (шаг резьбы координаты заданной точки) [мм/об]	k_a :	начальный шаг резьбы (запрограммирован в I, J или K) [мм/об]	l_G :	длина резьбы [мм]
k_e :	шаг резьбы (шаг резьбы координаты заданной точки) [мм/об]						
k_a :	начальный шаг резьбы (запрограммирован в I, J или K) [мм/об]						
l_G :	длина резьбы [мм]						

Пример

Программный код	Комментарий
N1608 M3 S10	; Шпиндель вкл.
N1609 G0 G64 Z40 X216	; Подвод в стартовую точку.
N1610 G33 Z0 K100 SF=R14	; Резьбонарезание с постоянным шагом (100 мм/об)
N1611 G35 Z-200 K100 F17.045455	; Уменьшение шага: 17.0454 мм/об ² Шаг на конце кадра: 50мм/об
N1612 G33 Z-240 K50	; Проход кадра резьбы без рывка.
N1613 G0 X218	
N1614 G0 Z40	
N1615 M17	

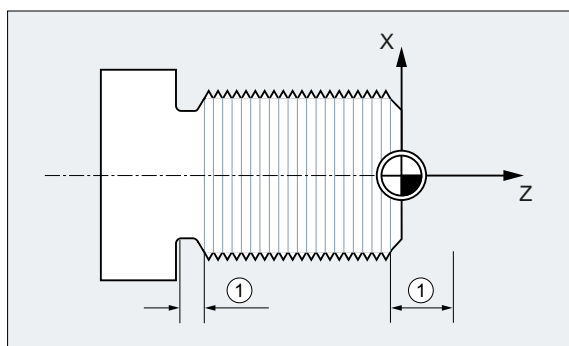
Литература

Описание функций "Основные функции"; Поддачи (V1); глава: "Линейно-прогрессивное/дегрессивное изменение шага резьбы при G34 и G35"

10.10.3 Запрограммированный входной и выходной участок при G33, G34, G35 (DITS, DITE)

Адреса `DITS` и `DITE` позволяют задать в программе обработки детали входной и выходной участок резьбы.

Ось резьбы ускоряется или затормаживается в пределах заданного участка.



① Входной или выходной участок, в зависимости от направления обработки

Короткий входной участок

Из-за буртика на входе резьбы недостаточно места для ramпы разгона инструмента. Поэтому ее необходимо сократить через `DITS`.

Короткий выходной участок

Из-за буртика на выходе резьбы недостаточно места для ramпы торможения инструмента, из-за чего существует опасность столкновения детали с резцом. Более короткую ramпу торможения инструмента можно задать через `DITE`. Но из-за инертности механики риск столкновения сохраняется.

Способ устранения: запрограммировать более короткую резьбу, уменьшить число оборотов шпинделя.

Примечание

`DITE` действует на конце резьбы как интервал перешлифовки. Тем самым обеспечивается плавное изменение движения оси.

Последствия

Запрограммированный входной и выходной участок действует на траекторию исключительно ростом ускорения. Если один из этих участков задается более длинным, чем требуется для оси резьбы с активным ускорением, то ось резьбы ускоряется или затормаживается с максимальным ускорением.

Синтаксис

DITS=<значение> DITE=<значение>

Значение

DITS:	Определить входной участок резьбы
DITE:	Определить выходной участок резьбы
<значение>:	В DITS и DITE программируются исключительно пути, но не позиции. Запрограммированный входной/выходной участок обрабатывается в соответствии с актуальной установкой размеров (дюймовая, метрическая).

Пример

Программный код	Комментарий
...	
N40 G90 G0 Z100 X10 SOFT M3 S500	
N50 G33 Z50 K5 SF=180 DITS=1 DITE=3	; Начало перешлифовки на Z=53.
N60 G0 X20	

Дополнительная информация**SD42010 \$SC_THREAD_RAMP_DISP**

При установке кадра в главный ход при помощи команды DITS и/или DITE запрограммированный входной или выходной участок передается в установочные данные SD42010 \$SC_THREAD_RAMP_DISP:

- SD42010 \$SC_THREAD_RAMP_DISP[0] = запрограммированное значение DITS
- SD42010 \$SC_THREAD_RAMP_DISP[1] = запрограммированное значение DITE

Если перед кадром резьбы или в первом кадре резьбы входной или выходной участок не запрограммированы, используется соответствующее текущее значение установочных данных.

Поведение после сброса (Reset) канала / группы режимов работы (ГРП) / конца программы

Перезаписанные посредством DITS и/или DITE значения SD42010 действуют и после сброса (Reset) канала / группы режимов работы (ГРП) / конца программы.

Поведение после программной перезагрузки

В случае программной перезагрузки установочные данные сбрасываются до значений, действовавших до перезаписи посредством DITS и/или DITE (стандартное поведение).

Если после программной перезагрузки должны действовать запрограммированные посредством DITS и DITE значения, установочные данные SD42010 \$SC_THREAD_RAMP_DISP должны быть указаны в машинных данных MD10710 \$MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB:

MD10710 \$MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB[<n>] = 42010

Поведение при слишком маленьком входном и/или выходном участке

При слишком маленьком входном и/или выходном участке, ось резбы ускоряется сильнее, чем это предусмотрено в проектировании. Поэтому возникает перегрузка оси по ускорению.

Для входа резбы в этом случае выводится ошибка 22280 "Слишком короткий запрограммированный входной участок" (при соответствующем проектировании в MD 11411 ENABLE_ALARM_MASK). Аварийное сообщение носит сугубо информативный характер и не влияет на выполнение программы обработки детали.

10.10.4 Быстрый обратный ход при резьбонарезании (LFON, LFOF, DILF, ALF, LFTXT, LFWP, LFPOS, POLF, POLFMASK, POLFMLIN)

Функция "Быстрый отвод при резьбонарезании (G33)" обеспечивает неразрушающее прерывание резьбонарезания при:

- NC-Stop через интерфейсный сигнал ЧПУ/PLC: DB21, ... DBX7.3 (NC-Stop)
- Аварийные сообщения, не явно инициирующие NC-Stop
- Включение быстрого входа

Литература

Руководство по программированию "Расширенное программирование", глава "Быстрый отвод от контура"

Движение отвода может быть запрограммировано через:

- Путь отвода и направление отвода (относительные)
- Позиция отвода (абсолютная)

Примечание**Сигналы NC-Stop**

Следующие сигналы NC-Stop не запускают быстрого отвода при резьбонарезании:

- DB21, ... DBX3.4 (NC-Stop оси плюс шпиндели)
- DB21, ... DBX7.2 (NC-Stop на границе кадра)

Нарезание внутренней резьбы

Функция "Быстрый отвод" **не** может использоваться для **нарезания** внутренней резьбы (G331/G332).

Синтаксис

Разрешить быстрый отвод, движение отвода через путь отвода и направление отвода:
G33 ... LFON DILF=<значение> LFTXT/LFWP ALF=<значение>

Разрешить быстрый отвод, движение отвода через позицию отвода:

```
POLF [<идентификатор оси>]=<значение> LFPOS
POLFMASK/POLFMLIN (<имя оси1>,<имя оси2>,...)
G33 ... LFON
```

Блокировать быстрый отвод при резьбонарезании:

LFOF

Объяснение

LFON:	Разрешить быстрый отвод при резьбонарезании (G33)	
LFOF:	Блокировать быстрый отвод при резьбонарезании (G33)	
DILF= :	Определить длину пути отвода Предусмотренное через конфигурирование MD (MD21200 \$MC_LIFTFAST_DIST) значение может быть изменено в программе обработки детали через программирование DILF. Примечание: После NC-RESET всегда активно сконфигурированное значение MD.	
LFTXT LFWP:	Направление отвода в комбинации с ALF управляется G-командами LFTXT и LFWP.	
	LFTXT:	Плоскость, в которой осуществляется движение отвода, вычисляется из касательной к траектории и направления инструмента (стандартная настройка).
	LFWP:	Плоскость, в которой осуществляется движение отвода, является активной рабочей плоскостью.
ALF= :	В плоскости движения отвода с помощью ALF программируется направление с дискретным шагом в градусах. При LFTXT для ALF=1 установлен отвод в направлении инструмента. При LFWP направление в рабочей плоскости получается согласно следующему согласованию: • G17 (плоскость X/Y) ALF=1 ; отвод в направлении X ALF=3 ; отвод в направлении Y • G18 (плоскость Z/X) ALF=1 ; отвод в направлении Z ALF=3 ; отвод в направлении X • G19 (плоскость Y/Z) ALF=1 ; отвод в направлении Y ALF=3 ; отвод в направлении Z Литература: Касательно возможностей программирования с ALF см. также главу "Направление перемещения при быстром отводе от контура" в Руководстве по программированию "Расширенное программирование".	
LFPOS:	Отвод названной с помощью POLFMASK или POLFMLIN оси на запрограммированную с POLF абсолютную позицию оси.	
POLFMASK:	Разрешение осей (<имя оси1>, <имя оси1>, ...) для независимого отвода на абсолютную позицию	
POLFMLIN:	Разрешение осей для отвода на абсолютную позицию в линейной связи Примечание: Линейная связь, в зависимости от динамических характеристик всех участвующих осей, не всегда может быть установлена до достижения позиции отвода.	

POLF[]:	Определить абсолютную позицию отвода для указанной в индексе гео-оси или оси станка	
	Активность:	модально
	=<значение>:	Для гео-осей присвоенное значение интерпретируется как позиция в системе координат детали (WCS), для осей станка как позиция в системе координат станка (MCS). Присваивание значений может быть запрограммировано и как указание составного размера: =IC<значение>
<идентификатор оси>:	идентификатор гео-оси или оси станка	

Примечание

LFON или LFOF всегда могут быть запрограммированы, но обработка осуществляется исключительно при резьбонарезании (G33).

Примечание

POLF с POLFMASK/POLFMLIN не ограничиваются использованием при резьбонарезании.

Примеры**Пример 1: Разрешить быстрый отвод при резьбонарезании**

Программный код	Комментарий
N55 M3 S500 G90 G18	; Активная плоскость обработки
...	; Подвод в стартовую позицию
N65 MSG ("Резьбонарезание")	; Подача инструмента
MM_THREAD:	
N67 \$AC_LIFTFAST=0	; Сбросить перед началом резьбы.
N68 G0 Z5	
N68 X10	
N70 G33 Z30 K5 LFON DILF=10 LFWP ALF=7	; Разрешить быстрый отвод при резьбонарезании. Путь отвода =10мм Плоскость отвода: Z/X (из-за G18) Направление отвода: -X (с ALF=3: направление отвода +X)
N71 G33 Z55 X15	
N72 G1	; Отмена резьбонарезания.
N69 IF \$AC_LIFTFAST GOTOB MM_THREAD	; Если резьбонарезание было прервано.
N90 MSG("")	
...	
N70 M30	

Пример 2: Выключение быстрого отвода перед нарезанием внутренней резьбы

Программный код	Комментарий
N55 M3 S500 G90 G0 X0 Z0	
...	
N87 MSG ("Нарезание внутренней резьбы")	
N88 LFOF	; Выключение быстрого отвода перед нарезанием внутренней резьбы.
N89 CYCLE...	; Цикл нарезания внутренней резьбы с G33.
N90 MSG ("")	
...	
N99 M30	

Пример 3: Быстрый отвод на абсолютную позицию отвода

При останове траекторная интерполяция X подавляется и вместо нее интерполируется движение с макс. скоростью на позицию POLF[X]. Движение других осей продолжает определяться запрограммированным контуром или шагом резьбы и скоростью шпинделя.

Программный код	Комментарий
N10 G0 G90 X200 Z0 S200 M3	
N20 G0 G90 X170	
N22 POLF[X]=210 LFPOS	
N23 POLFMASK(X)	; Активация (разрешение) быстрого отвода оси X.
N25 G33 X100 I10 LFON	
N30 X135 Z-45 K10	
N40 X155 Z-128 K10	
N50 X145 Z-168 K10	
N55 X210 I10	
N60 G0 Z0 LFOF	
N70 POLFMASK()	; Блокировать отвод для всех осей.
M30	

10.10.5 Сферическая резьба (G335, G336)

G-командами G335 и G336 можно нарезать резцом сферическую (= отклоняющуюся от цилиндрической формы) резьбу. Это применяется при обработке очень крупных деталей, провисающих на станке под собственным весом. Нарезание резьбы параллельно оси привело бы к тому, что ход резьбы в середине детали был бы слишком мал. С помощью сферических резьб это можно компенсировать.

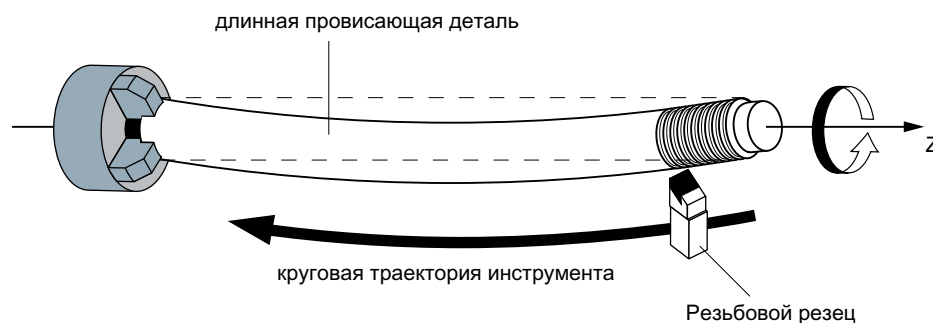


Рисунок 10-6 Нарезание сферической резьбы резцом

Программирование

Нарезание сферической резьбы резцом программируется с помощью G335 или G336:

G335:	Нарезание сферической резьбы резцом на проходящей по часовой стрелке круговой траектории инструмента
G336:	Нарезание сферической резьбы резцом на проходящей против часовой стрелки круговой траектории инструмента

Программирование осуществляется сначала, как при линейной резьбе, путем указания осевых конечных точек кадра и шага через параметры I, J, и K (см. "Резьбонарезание с постоянным шагом (G33, SF) (Страница 233)").

Дополнительно указывается еще и дуга окружности. Ее можно запрограммировать, как в случае G2/G3, указав центр, радиус, апертурный угол или промежуточные точки (см. "Круговая интерполяция (Страница 199)"). При этом в случае программирования сферической резьбы с указанием центра нужно учитывать следующее: Поскольку при резьбонарезании для шага используются I, J, и K, параметры окружности при программировании с указанием центра нужно программировать через IR=..., JR=... и KR=....

IR=...:	Декартова координата центра окружности в направлении X
JR=...:	Декартова координата центра окружности в направлении Y
KR=...:	Декартова координата центра окружности в направлении Z

Примечание

IR, JR и KR – стандартные значения настраиваемых через машинные данные (MD10651 \$MN_IPO_PARAM_THREAD_NAME_TAB) имен параметров интерполяции для сферической резьбы.

Отклонения от этих стандартных значений см. в данных изготовителя станка!

Опционально можно указать еще и смещение стартовой точки SF (см. "Резьбонарезание с постоянным шагом (G33, SF) (Страница 233)").

Синтаксис

Таким образом, синтаксис для программирования сферической резьбы имеет следующую общую форму:

G335/G336 <координата(-ы) конечной(-ых) точки(-ек) оси> <шаг> <дуга окружности> [<смещение стартовой точки>]

Примеры

Пример 1: Сферическая резьба по часовой стрелке с программированием конечных точек и центра

Программный код	Комментарий
N5 G0 G18 X50 Z50	; Подвод в начальную точку.
N10 G335 Z100 K=3.5 KR=25 IR=-20 SF=90	; Нарезание резцом сферической резьбы по часовой стрелке.

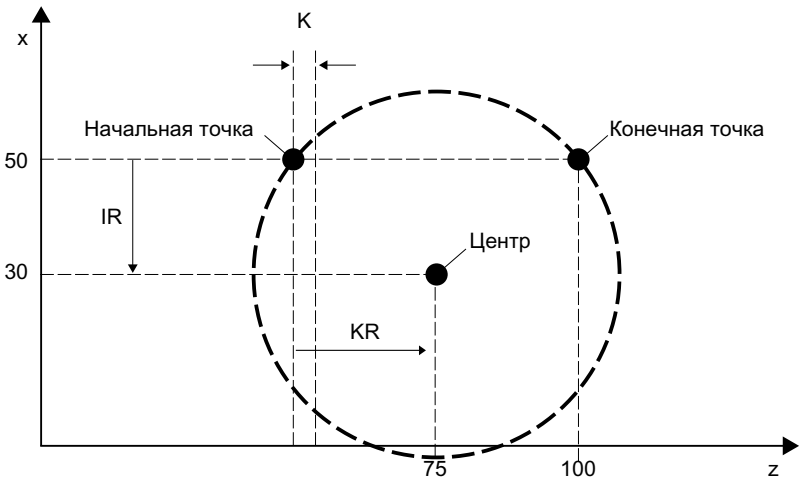


Рисунок 10-7 Сферическая резьба по часовой стрелке с программированием конечных точек и центра

Пример 2: Сферическая резьба против часовой стрелки с программированием конечных точек и центра

Программный код	Комментарий
N5 G0 G18 X50 Z50	; Подвод в начальную точку.
N10 G336 Z100 K=3.5 KR=25 IR=20 SF=90	; Нарезание резцом сферической резьбы против часовой стрелки.

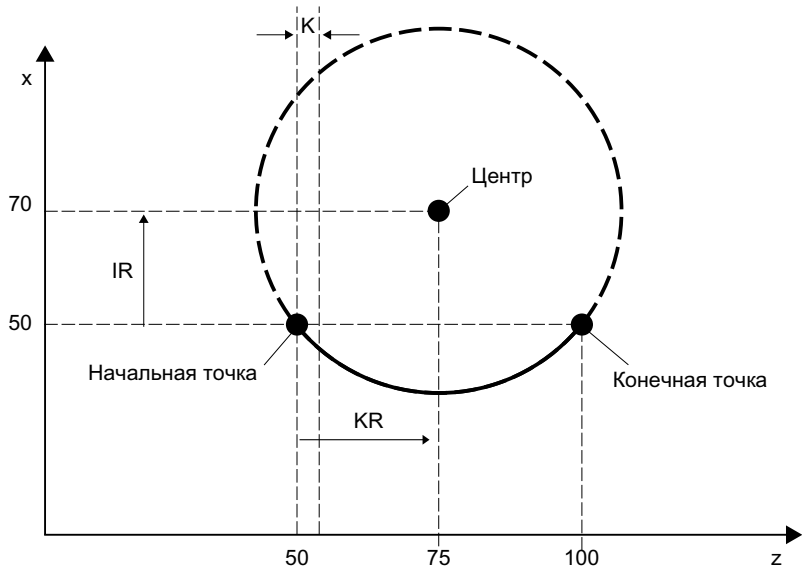


Рисунок 10-8 Сферическая резьба против часовой стрелки с программированием конечных точек и центра

Пример 3: Сферическая резьба по часовой стрелке с программированием конечных точек и радиуса

Программный код
N5 G0 G18 X50 Z50
N10 G335 Z100 K=3.5 CR=32 SF=90

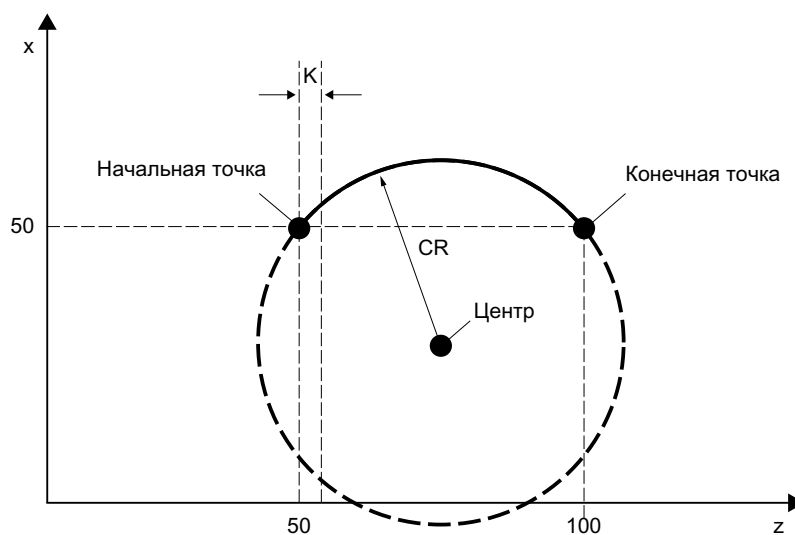


Рисунок 10-9 Сферическая резьба по часовой стрелке с программированием конечных точек и радиуса

Пример 4: Сферическая резьба по часовой стрелке с программированием конечных точек и апертурного угла

Программный код

```
N5 G0 G18 X50 Z50
N10 G335 Z100 K=3.5 AR=102.75 SF=90
```

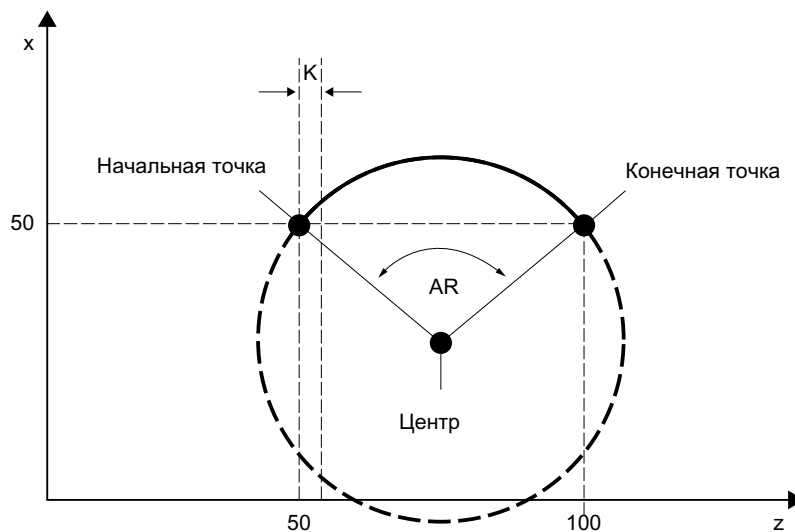


Рисунок 10-10 Сферическая резьба по часовой стрелке с программированием конечных точек и апертурного угла

Пример 5: Сферическая резьба по часовой стрелке с программированием центра и апертурного угла

Программный код

```
N5 G0 G18 X50 Z50
```

```
N10 G335 K=3.5 KR=25 IR=-20 AR=102.75 SF=90
```

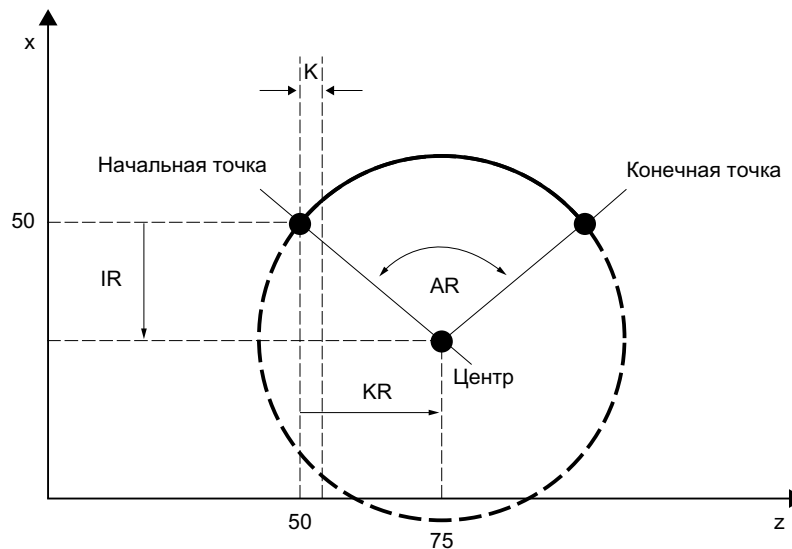


Рисунок 10-11 Сферическая резьба по часовой стрелке с программированием центра и апертурного угла

Пример 6: Сферическая резьба по часовой стрелке с программированием конечных и промежуточных точек

Программный код

```
N5 G0 G18 X50 Z50
```

```
N10 G335 Z100 K=3.5 I1=60 K1=64
```

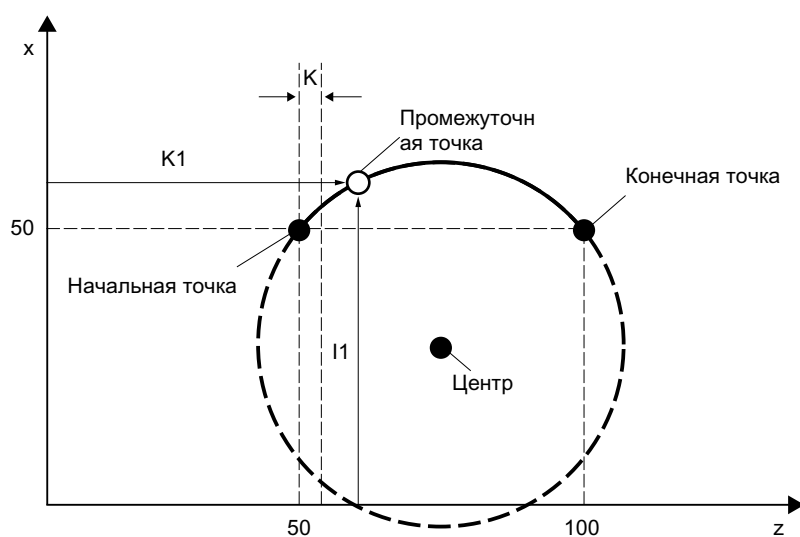
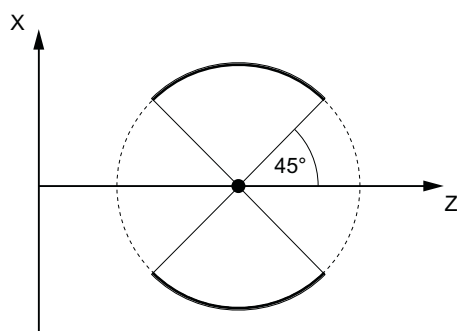


Рисунок 10-12 Сферическая резьба по часовой стрелке с программированием конечных и промежуточных точек

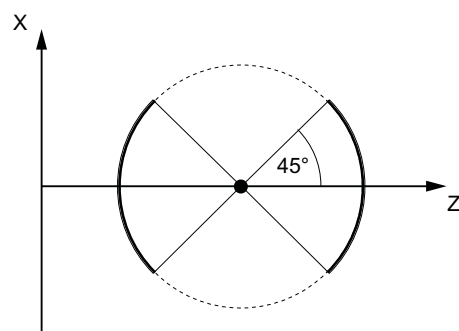
Дополнительная информация

Разрешенные области дуги окружности

Запрограммированная через G335/G336 дуга окружности должна лежать в области, в которой указанная главная ось резьбы (I, J или K) имеет часть главной оси на дуге окружности по всей длине дуги:



Разрешенные области для оси Z (шаг программируется через K)



Разрешенные области для оси X (шаг программируется через I)

Смена главной оси резьбы, как показано на следующем рисунке, **не** разрешена:

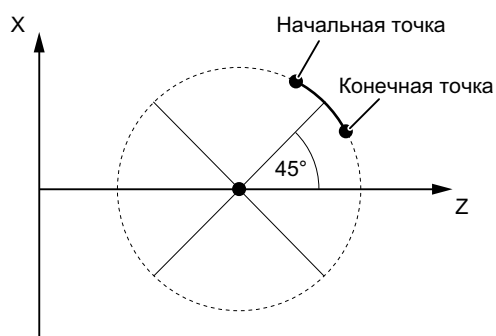


Рисунок 10-13 Сферическая резка: Неразрешенная область

Фреймы

G335 и G336 возможны и при активных фреймах. Только нужно следить, чтобы в базовой кинематической системе (BKS) соблюдались разрешенные области дуги окружности.

Граничные условия программирования окружностей

Для программирования окружностей через G335/G336 действительны граничные условия, описанные для программирования окружностей через G2/G3 (см. "Круговая интерполяция (Страница 199)").

10.11 Нарезание внутренней резьбы

10.11.1 Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона

10.11.1.1 Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона и движение отвода (G331, G332)

При нарезании внутренней резьбы без компенсирующего патрона с помощью команд G331 и G332 выполняются следующие движения перемещения.

- G331: Нарезание внутренней резьбы в направлении сверления до конечной точки резьбы
- G332: Движение отвода до кадра нарезания внутренней резьбы G331 с автоматическим реверсированием направления вращения шпинделя

Синтаксис

G331 <ось> <шаг резьбы>
 G331 <ось> <шаг резьбы> S...
 G332 <ось> <шаг резьбы>

Объяснение

G331:	Нарезание внутренней резьбы Нарезание внутренней резьбы описывается через движение перемещения оси (глубина сверления) и шаг резьбы.	
	Активность:	модально
G332:	Движение отвода при нарезании внутренней резьбы Движение отвода необходимо выполнять с тем же шагом, что и нарезание внутренней резьбы (G331). Реверсирование шпинделя осуществляется автоматически.	
	Активность:	модально
<ось>:	Пути/позиция перемещения гео-оси (X, Y или Z) до конечной точки резьбы, например, Z50	
<шаг резьбы>:	Шаг резьбы I (X), J (Y) или K (Z):	
	• Положительный шаг: Правая резьба, например, K1,25 • Отрицательный шаг: Левая резьба, например, K-1,25	
	Диапазон значений:	от ±0,001 до ±2000,00 мм/виток
S...:	Число оборотов шпинделя Если число оборотов шпинделя не указано, перемещение выполняется с последним действительным числом оборотов шпинделя.	

Примечание**Второй блок данных ступеней редуктора**

Для достижения эффективного согласования скорости шпинделя и момента двигателя и возможности более быстрого разгона при нарезании внутренней резьбы, в спец. для оси машинных данных может быть предустановлен второй блок данных ступеней редуктора, отличный от первого блока данных ступеней редуктора и также независимый от его порогов переключения скорости, для двух других конфигурируемых порогов переключения (макс. скорость и мин. скорость). Необходимо учитывать заданные изготовителем станка параметры.

Литература:

Описание функций "Основные функции"; Шпиндели (S1), глава: " Конфигурируемые настройки редуктора"

Примеры

- Пример: Нарезание внутренней резьбы с G331 / G332 (Страница 255)
- Пример: Вывод запрограммированной скорости сверления на текущей ступени редуктора (Страница 256)
- Пример: Использование второго блока данных ступеней редуктора (Страница 256)
- Пример: Скорость не программируется, контроль ступени редуктора (Страница 257)
- Пример: Смена ступеней редуктора невозможна, контроль ступени редуктора (Страница 257)
- Пример: Программирование без SPOS (Страница 257)

10.11.1.2 Пример: Нарезание внутренней резьбы с G331 / G332

Программный код	Комментарий
N10 SPOS[n]=0	; Шпиндель: Режим управления положением ; Стартовая позиция 0 градусов
N20 G0 X0 Y0 Z2	; Оси: Подвод к стартовой позиции
N30 G331 Z-50 K-4 S200	; Нарезание внутренней резьбы в Z, ; Шаг K-4 отрицательный => ; Направление вращения шпинделя: Левое вращение, ; Скорость шпинделя 200 об/мин
N40 G332 Z3 K-4	; Движение отвода в Z, ; Шаг K-4 отрицательный (левое вращение), ; Автономное реверсирование направления вращения => ; Правое направление вращения шпинделя
N50 G1 F1000 X100 Y100 Z100 S300 M3	Шпиндель в шпиндельном режиме

10.11.1.3 Пример: Вывод запрограммированной скорости сверления на текущей ступени редуктора

Программный код	Комментарий
N05 M40 S500	; запрограммированное число оборотов шпинделя: 500 об/мин => ; Ступень редуктора 1 (20–1028 об/мин)
...	
N55 SPOS=0	; Позиционировать шпиндель
N60 G331 Z-10 K5 S800	; нарезание резьбы ; Скорость шпинделя 800 об/мин => ступень редуктора 1

Подходящая для запрограммированной скорости шпинделя S500 ступень редуктора для M40 определяется из первого блока данных ступеней редуктора. Запрограммированная скорость сверления, например S800, выводится на текущей ступени редуктора и при необходимости ограничена до макс. скорости ступени редуктора. Автоматическая смена ступеней редуктора после выполнения SPOS невозможна. Условием автоматической смены ступеней редуктора является режим управления по скорости шпинделя.

Примечание

Если при скорости шпинделя в 800 об/мин необходимо выбрать ступень редуктора 2, то для этого пороги переключения для макс. и мин. скорости должны быть сконфигурированы в соответствующих машинных данных второго блока данных ступеней редуктора (см. примеры ниже).

10.11.1.4 Пример: Использование второго блока данных ступеней редуктора

Пороги переключения второго блока данных ступеней редуктора для макс. и мин. скорости обрабатываются модально при G331/G332 и программировании значения S для активного мастер-шпинделя. Автоматическая смена ступеней редуктора M40 должна быть активной. Определенная таким образом ступень редуктора сравнивается с активной ступенью редуктора. Если между ними существует различие, то выполняется смена ступеней редуктора.

Программный код	Комментарий
N05 M40 S500	; запрограммированное число оборотов шпинделя: 500 об/мин
...	
N50 G331 S800	; Мастер-шпиндель: выбирается ступень редуктора 2
N55 SPOS=0	; Позиционировать шпиндель
N60 G331 Z-10 K5	; нарезание резьбы ; Разгон шпинделя из 2-го блока данных ступеней редуктора

10.11.1.5 Пример: Скорость не программируется, контроль ступени редуктора

Если при использовании второго блока данных ступеней редуктора с G331 скорость не программируется, то резьба изготавливается с последней запрограммированной скоростью. Смена ступеней редуктора не выполняется. Но в этом случае контролируется, лежит ли последняя запрограммированная скорость в заданном диапазоне скорости (пороги переключения для макс. и мин. скорости) активной ступени редуктора. В ином случае сигнализируется ошибка 16748.

Программный код	Комментарий
N05 M40 S800	; запрограммированное число оборотов шпинделя: 800 об/мин
...	
N55 SPOS=0	; Позиционировать шпиндель
N60 G331 Z-10 K5	; нарезание резьбы
	; Контроль скорости шпинделя 800 об/мин
	; Ступени редуктора 1 активны
	; Ступень редуктора 2 должна была бы быть активна => Аварийное сообщение 16748

10.11.1.6 Пример: Смена ступеней редуктора невозможна, контроль ступени редуктора

Если при использовании второго блока данных ступеней редуктора в кадре G331 дополнительно к геометрии программируется скорость шпинделя, то, если скорость выходит за пределы заданного диапазона скоростей (пороги переключения для макс. и мин. скорости) активной ступени редуктора, смена ступеней редуктора не может быть выполнена, т.к. в этом случае не было бы выдержано движение по траектории шпинделя и оси(ей) подачи.

Как и в примере выше, в кадре G331 контролируется скорость и ступень редуктора и при необходимости сигнализируется ошибка 16748.

Программный код	Комментарий
N05 M40 S500	; запрограммированное число оборотов шпинделя: 500 об/мин => ; Ступень редуктора 1
...	
N55 SPOS=0	; Позиционировать шпиндель
N60 G331 Z-10 K5 S800	; нарезание резьбы
	; Смена ступеней редуктора невозможна,
	; Контроль скорости шпинделя 800 об/мин
	; с 1-м блоком данных ступеней редуктора: Ступень редуктора 2
	; должна была бы быть активна => аварийное сообщение 16748

10.11.1.7 Пример: Программирование без SPOS

Программный код	Комментарий
N05 M40 S500	; запрограммированное число оборотов шпинделя: 500 об/мин => ; Ступень редуктора 1 (20–1028 об/мин)

Программный код	Комментарий
...	
N50 G331 S800	; Мастер-шпиндель: выбирается ступень редуктора 2
N60 G331 Z-10 K5	; нарезание резьбы
	; Разгон шпинделя из 2-го блока данных ступеней редуктора

Резьбовая интерполяция для шпинделя начинается от текущей позиции, которая зависит от обработанной прежде области программы обработки детали, например, если была выполнена смена ступеней редуктора. Поэтому дополнительная обработка резьбы может стать невозможной.

Примечание

Учитывать, что при обработке с несколькими шпинделями сверлильный шпиндель должен быть и мастер-шпинделем. Через программирование SETMS (<номер шпинделя>) сверлильный шпиндель может быть назначен мастер-шпинделем.

10.11.2 ; Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном и движением отвода (G63)

При нарезании внутренней резьбы без компенсирующего патрона командой G63 выполняются следующие движения перемещения:

- G63: Нарезание внутренней резьбы в направлении сверления до конечной точки резьбы
- G63: Движение отвода запрограммированным реверсированием направления вращения шпинделя

Примечание

После кадра G63 последний действительный тип интерполяции G0, G1, G2 снова активен.

Синтаксис

G63 <ось> <направление вращения> <число оборотов> <подача>

Объяснение

G63:	Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном	
	Активность:	покадрово
<ось>:	Путь/позиция перемещения гео-оси (X, Y или Z) до конечной точки резьбы, например, Z50	
<направление вращения>:	Направление вращения шпинделя: • M3: Направление вращения по часовой стрелке, правая резьба • M4: Направление вращения против часовой стрелки, левая резьба	

<число оборотов>:	Число оборотов шпинделя, максимально допустимое при нарезании внутренней резьбы, например, S100
<подача>:	Подача оси сверления F, где F = число оборотов шпинделя * шаг резьбы

Пример

Нарезание сферической резьбы M5

- Шаг резьбы согласно стандарту 0,8 мм/об
- Число оборотов шпинделя S: 200 об/мин
- Подача F = 200 об/мин * 0,8 мм/об = 160 мм/мин.

Программный код	Комментарий
N10 G1 X0 Y0 Z2 F1000 S200 M3	; Движение к стартовой точке ; Шпиндель по часовой стрелке, 200 об/мин
N20 G63 Z-50 F160	; Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном ; Глубина сверления: абсолютная Z = 50 мм ; Подача: 160 мм/мин
N30 G63 Z3 M4	; Движение отвода: абсолютное Z = 3 мм ; Реверсирование направления вращения ; Шпиндель против часовой стрелки, 200 об/мин

10.12 Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)

Углы контура в пределах активной рабочей плоскости могут быть выполнены как закругление или фаска.

Для оптимизации качества поверхности для снятия фаски/закругление может быть запрограммирована собственная подача. Если подача не программируется, то действует обычная подача по траектории F.

С помощью функции "Модальное закругление" возможно последовательное однотипное закругление нескольких углов контура.

Синтаксис

Снятие фаски угла контура:

```
G... X... Z... CHR/CHF=<значение> FRC/FRCM=<значение>
G... X... Z...
```

Закругление угол контура:

```
G... X... Z... RND=<значение> FRC=<значение>
G... X... Z...
```

Модальное закругление:

```
G... X... Z... RNDM=<значение> FRCM=<значение>
...
RNDM=0
```

Примечание

Технология (подача, тип подачи, команды M ...) для снятия фаски/закругления берется в зависимости от установки бита 0 в машинных данных MD20201 \$MC_CHFRND_MODE_MASK (параметры фаски/закругления) либо из предшествующего, либо из следующего кадра. Рекомендуемой установкой является получение из предшествующего кадра (бит 0 = 1).

Значение

CHF=... :	Снятие фасок угла контура	
	<значение >:	Длина фаски (единица измерения согласно G70/G71)
CHR=... :	Снятие фасок угла контура	
	<значение >:	Ширина фаски в первоначальном направлении движения (единица измерения согласно G70/G71)
RND=... :	Закругление угла контура	
	<значение >:	Радиус закругления (единица измерения согласно G70/G71)
RNDM=... :	Модальное закругление (однотипное закругление нескольких последовательных углов контура)	
	<значение >:	Радиус закруглений (единица измерения согласно G70/G71)
	С RNDM=0 модальное закругление отключается.	

10.12 Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)

FRC=... :	Действующая покадрово подача для снятия фаски/закругления	
	<значение >:	Скорость подачи в мм/мин (при активной G94) или мм/об (при активной G95)
FRCM=... :	Действующая модально подача для снятия фаски/закругления	
	<значение >:	Скорость подачи в мм/мин (при активной G94) или мм/об (при активной G95)
	С FRCM=0 действующая модально подача для снятия фаски/закругления отключается и активна запрограммированная в F подача.	

Примечание**Фаска/закругление слишком большие**

Если запрограммированные значения для фаски (CHF/CHR) или закругления (RND/RNDM) для участвующих элементов контура слишком велики, то фаска или закругление автоматически адаптируются:

1. Если установлено MD11411 \$MN_ENABLE_ALARM_MASK бит 4, то выдается предупреждение 10833 "Фаску или закругление нужно уменьшить" (Cancel-предупреждение).
2. Фаска/закругление уменьшается так, чтобы соответствовать углу контура. При этом возникает как минимум один кадр без движения. На этом кадре движение обязательно останавливается.

Примечание**Фаска/закругление невозможны**

Фаска/закругление не вставляется, если:

- линейный или круговой контур отсутствует в плоскости.
- движение происходит вне плоскости.
- осуществляется смена плоскости.
- превышено установленное в машинных данных количество кадров, не содержащих информации для перемещения (к примеру, только выводы команд).

Примечание**FRC/FRCM**

FRC/FRCM не действует, если фаска перемещается с G0; программирование возможно в соответствии со значением F без сообщения об ошибке.

FRC действует только тогда, когда в кадре запрограммирована и фаска/закругление, или была активирована RNDM.

FRC переписывает в актуальном кадре значение F или FRCM.

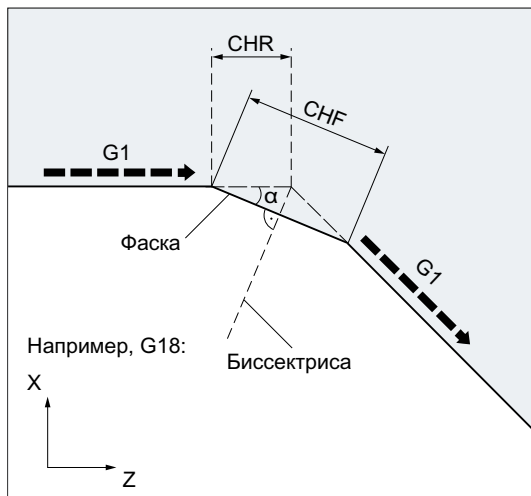
Запрограммированная в FRC подача должна быть больше нуля.

FRCM=0 активирует для снятия фаски/закругления запрограммированную в F подачу.

Если запрограммирована FRCM, то эквивалентно F значение FRCM при переходе G94 ↔ G95 и т. п. должно быть запрограммировано заново. Если заново программируется только F, и перед переключением типа подачи FRCM > 0, то следует сообщение об ошибке.

Примеры

Пример 1: Снятие фаски между двумя прямыми



- MD20201 Бит 0 = 1 (получение из предшествующего кадра)
- G71 активна.
- Ширина фаски в направлении движения (CHR) должна составить 2 мм, подача для снятия фасок 100 мм/мин.

Возможно два способа программирования:

- Программирование с CHR

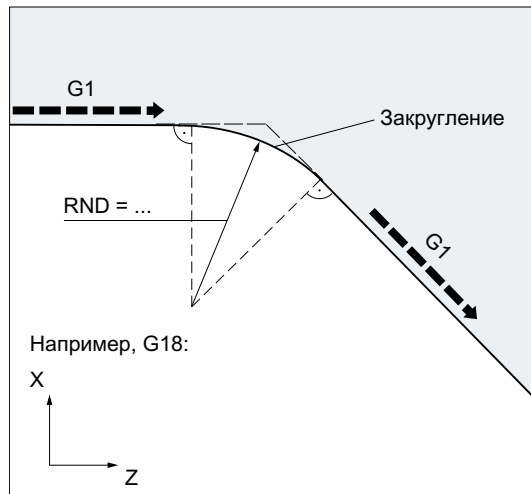
Программный код

```
...
N30 G1 Z... CHR=2 FRC=100
N40 G1 X...
...
```

- Программирование с CHF

Программный код

```
...
N30 G1 Z... CHF=2(cos $\alpha$ *2) FRC=100
N40 G1 X...
...
```

Пример 2: Закругление между двумя прямыми

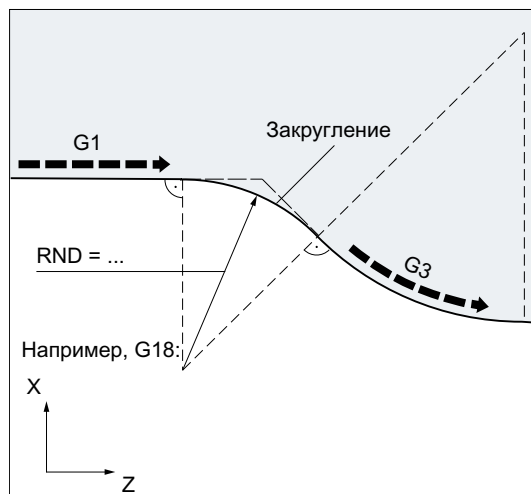
- MD20201 Бит 0 = 1 (получение из предшествующего кадра)
- G71 активна.
- Радиус закругления должен быть 2 мм, подача для закругления 50 мм/мин.

Программный код

```
...
N30 G1 Z... RND=2 FRC=50
N40 G1 X...
...
```

Пример 3: Закругление между прямой и окружностью

Между линейными и круговыми контурами в любой комбинации с помощью функции RND с тангенциальным примыканием может быть вставлен элемент кругового контура.



- MD20201 Бит 0 = 1 (получение из предшествующего кадра)
- G71 активна.
- Радиус закругления должен быть 2 мм, подача для закругления 50 мм/мин.

Программный код

```
...
```

Программный код

```
N30 G1 Z... RND=2 FRC=50
N40 G3 X... Z... I... K...
...
```

Пример 4: Модальное закругление для снятия грата острых кромок детали**Программный код****Комментарий**

```
...
N30 G1 X... Z... RNDM=2 FRCM=50      ; Включить модальное закругление.
                                       Радиус закругления: 2мм
                                       Подача для закругления: 50 мм/мин
N40...
N120 RNDM=0                          ; Выключить модальное закругление.
...
```

Пример 5: Получение технологии из последующего или предшествующего кадра

- MD20201 Бит 0 = 0: Получение из последующего кадра (стандартная установка!)

Программный код**Комментарий**

```
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94
N20 G1 X10 CHF=2                      ; Фаска N20-N30 с F=100 мм/мин
N30 Y10 CHF=4                        ; Фаска N30-N40 с FRC=200 мм/мин
N40 X20 CHF=3 FRC=200                ; Фаска N40-N60 с FRCM=50 мм/мин
N50 RNDM=2 FRCM=50
N60 Y20                              ; Модальное закругление N60-N70 с FRCM=50 мм/мин
N70 X30                              ; Модальное закругление N70-N80 с FRCM=50 мм/мин
N80 Y30 CHF=3 FRC=100                ; Фаска N80-N90 с FRC=100 мм/мин
N90 X40                              ; Модальное закругление N90-N100 с F=100 мм/мин (вы-
                                       ключение FRCM)
N100 Y40 FRCM=0                      ; Модальное закругление N100-N120 с G95 FRC=1 мм/обо-
                                       рот
N110 S1000 M3
N120 X50 G95 F3 FRC=1
...
M02
```

- MD20201 Бит 0 = 1: Получение из предшествующего кадра (рекомендуемая установка!)

Программный код**Комментарий**

```
N10 G0 X0 Y0 G17 F100 G94
N20 G1 X10 CHF=2                      ; Фаска N20-N30 с F=100 мм/мин
```

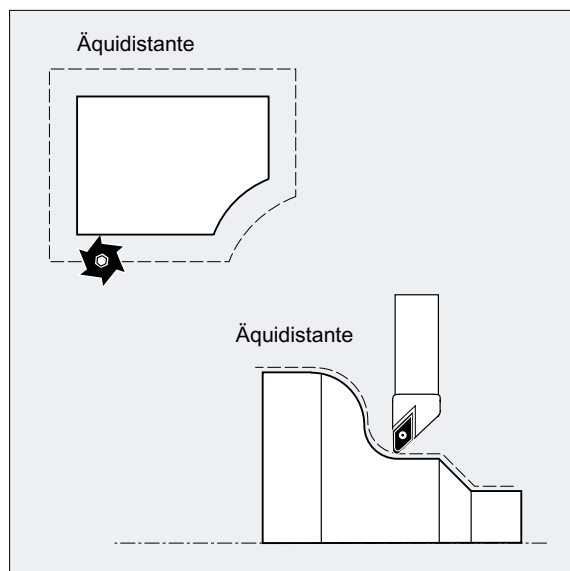

10.12 Фаска, закругление (CHF, CHR, RND, RNDM, FRC, FRCM)

Программный код	Комментарий
N30 Y10 CHF=4 FRC=120	; Фаска N30-N40 с FRC=120 мм/мин
N40 X20 CHF=3 FRC=200	; Фаска N40-N60 с FRC=200 мм/мин
N50 RNDM=2 FRCM=50	
N60 Y20	; Модальное закругление N60-N70 с FRCM=50 мм/мин
N70 X30	; Модальное закругление N70-N80 с FRCM=50 мм/мин
N80 Y30 CHF=3 FRC=100	; Фаска N80-N90 с FRC=100 мм/мин
N90 X40	; Модальное закругление N90-N100 с FRCM=50 мм/мин
N100 Y40 FRCM=0	; Модальное закругление N100-N120 с F=100 мм/мин
N110 S1000 M3	
N120 X50 CHF=4 G95 F3 FRC=1	; Фаска N120-N130 с G95 FRC=1 мм/оборот
N130 Y50	; Модальное закругление N130-N140 с F=3 мм/оборот
N140 X60	
...	
M02	

Коррекции радиуса инструмента

11.1 Коррекция радиуса инструмента (G40, G41, G42, OFFN)

При включенной коррекции радиуса инструмента (КРИ) СЧПУ автоматически вычисляет для различных инструментов соответствующие эквидистантные ходы инструмента.



Синтаксис

G0/G1 X... Y... Z... G41/G42 [OFFN=<значение>]	
...	
G40 X... Y... Z...	

Объяснение

G41:	Включить КРИ с направлением обработки слева от контура
G42:	Включить КРИ с направлением обработки справа от контура
OFFN=<значение>:	Припуск к запрограммированному контуру (смещение нормального контура) (опция) Например, для создания эквидистантных траекторий для получистовой обработки.
G40:	Выключить КРИ

Примечание

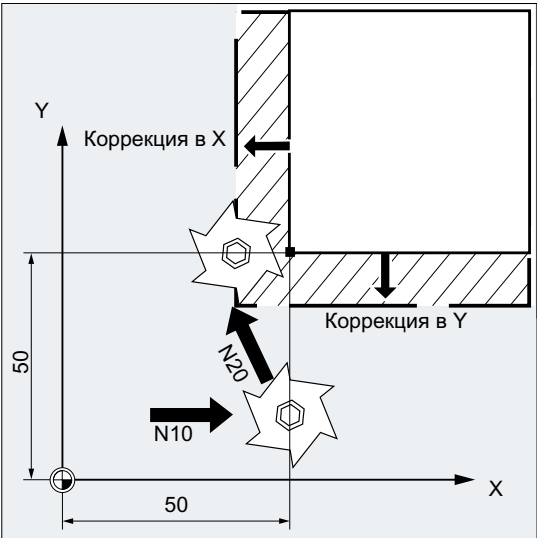
В кадре ЧПУ с G40/G41/G42 должна быть активна G0 или G1 и указана как минимум одна ось выбранной рабочей плоскости.

Если при включении указывается только одна ось, то последняя позиция второй оси автоматически дополняется и перемещение осуществляется в **обоих** осях.

Обе оси должны быть активны в канале в качестве гео-осей. Это может быть обеспечено программированием GEOAX.

Примеры

Пример 1: Фрезерная обработка

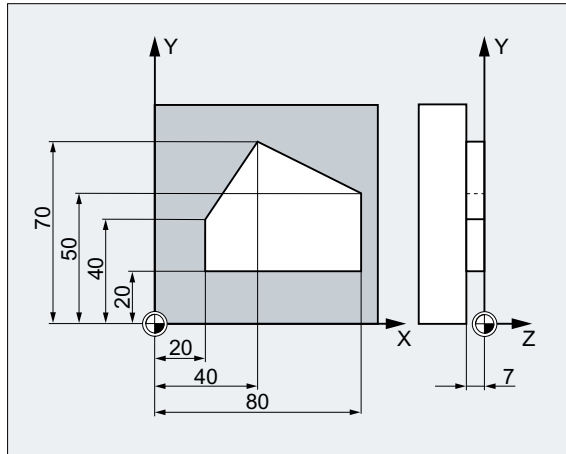


Программный код	Комментарий
N10 G0 X50 T1 D1	; Включается только коррекция длин инструмента. Подвод к X50 осуществляется без коррекции.
N20 G1 G41 Y50 F200	; Включается коррекция радиуса, подвод к точке X50/Y50 осуществляется с коррекцией.
N30 Y100	
...	

Пример 2: "Классический" принцип действий на примере фрезерования

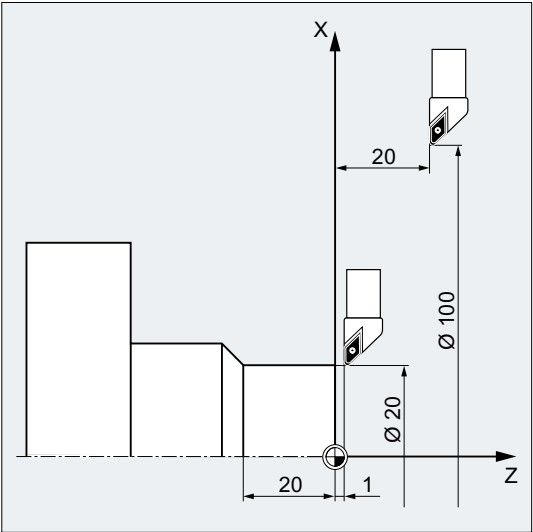
"Классический" принцип действий:

1. Вызов инструмента
2. Установить инструмент.
3. Включить рабочую плоскость и коррекцию радиуса инструмента.



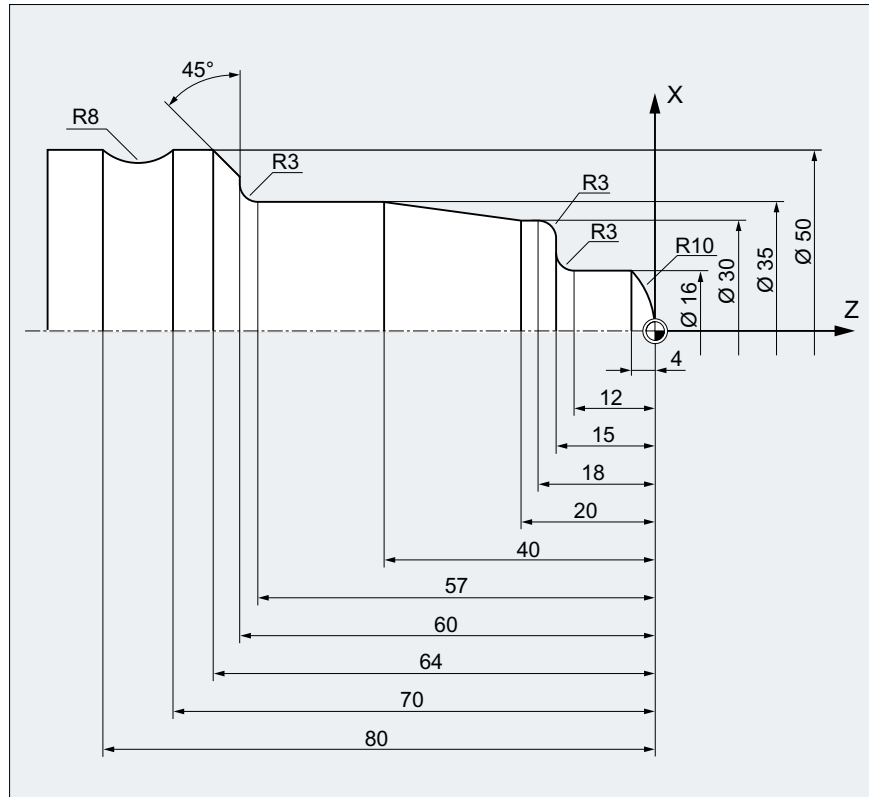
Программный код	Комментарий
N10 G0 Z100	; Отвод для смены инструмента.
N20 G17 T1 M6	; смена инструмента
N30 G0 X0 Y0 Z1 M3 S300 D1	; Вызов значений коррекции инструмента, выбор коррекции длин.
N40 Z-7 F500	; Подача инструмента.
N50 G41 X20 Y20	; Включение коррекции радиуса инструмента, инструмент работает слева от контура.
N60 Y40	; Фрезерование контура.
N70 X40 Y70	
N80 X80 Y50	
N90 Y20	
N100 X20	
N110 G40 G0 Z100 M30	; Отвод инструмента, конец программы.

Пример 3: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
...	
N20 T1 D1	; Включается только коррекция длин инструмента.
N30 G0 X100 Z20	; Подвод к X100 Z20 без коррекции.
N40 G42 X20 Z1	; Включается коррекция радиуса, подвод к точке X20/Z1 осуществляется с коррекцией.
N50 G1 Z-20 F0.2	
...	

Пример 4: Токарная обработка



Программный код	Комментарий
N5 G0 G53 X280 Z380 D0	; Стартовая точка
N10 TRANS X0 Z250	; Смещение нулевой точки
N15 LIMS=4000	; Ограничение скорости (G96)
N20 G96 S250 M3	; Выбор постоянной подачи
N25 G90 T1 D1 M8	; Выбор инструмента и коррекции
N30 G0 G42 X-1.5 Z1	; Подвод инструмента в рабочее положение с коррекцией радиуса инструмента
N35 G1 X0 Z0 F0.25	
N40 G3 X16 Z-4 I0 K-10	; Обтачивание радиуса 10
N45 G1 Z-12	
N50 G2 X22 Z-15 CR=3	; Обтачивание радиуса 3
N55 G1 X24	
N60 G3 X30 Z-18 I0 K-3	; Обтачивание радиуса 3
N65 G1 Z-20	
N70 X35 Z-40	
N75 Z-57	
N80 G2 X41 Z-60 CR=3	; Обтачивание радиуса 3
N85 G1 X46	
N90 X52 Z-63	

11.1 Коррекция радиуса инструмента (G40, G41, G42, OFFN)

Программный код	Комментарий
N95 G0 G40 G97 X100 Z50 M9	; Отключение коррекции радиуса инструмента и подвод к точке смены инструмента
N100 T2 D2	; Вызов инструмента и выбор коррекции
N105 G96 S210 M3	; Выбор постоянной скорости резания
N110 G0 G42 X50 Z-60 M8	; Подвод инструмента в рабочее положение с коррекцией радиуса инструмента
N115 G1 Z-70 F0.12	; Обтачивание диаметра 50
N120 G2 X50 Z-80 I6.245 K-5	; Обтачивание радиуса 8
N125 G0 G40 X100 Z50 M9	; Отвод инструмента и выключение коррекции радиуса инструмента
N130 G0 G53 X280 Z380 D0 M5	; Переход к точке смены инструмента
N135 M30	; Конец программы

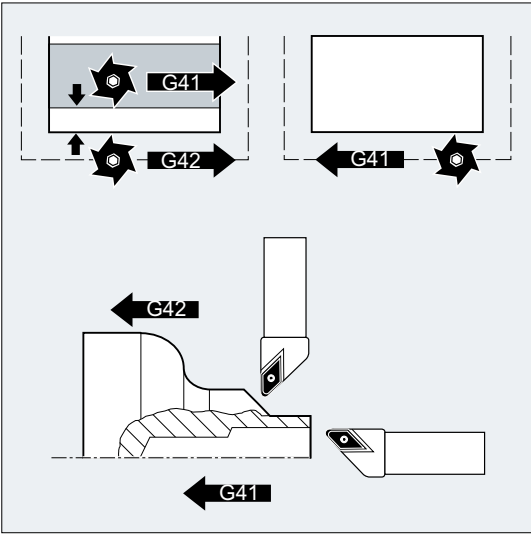
Дополнительная информация

Для вычисления ходов инструмента СЧПУ необходима следующая информация:

- Номер инструмента (Т...), номер резца (D...)
- Направление обработки (G41, G42)
- Рабочая плоскость (G17/G18/G19)

Номер инструмента (Т...), номер резца (D...)

Из радиусов фрез или радиусов резцов и данных по положению резцов вычисляется расстояние между траекторией инструмента и контуром детали.



При плоской структуре D-Nr должен программироваться только номер D.

Направление обработки (G41, G42)

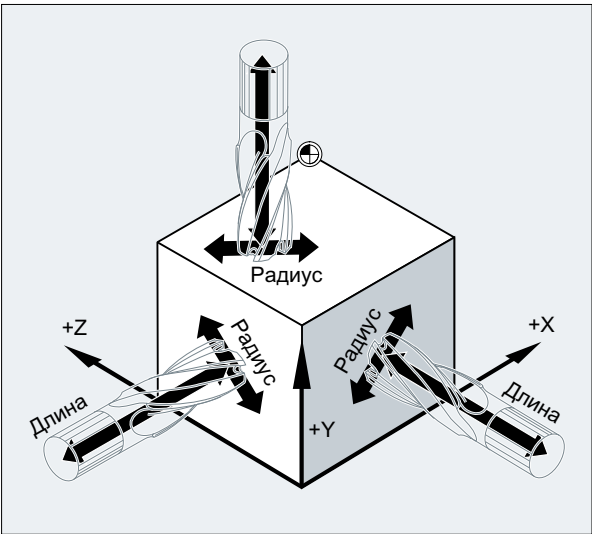
Исходя из этого СЧПУ определяет направление, в котором должна смещаться траектория инструмента.

Примечание

Отрицательное значение коррекции идентично смене стороны коррекции (G41 ↔ G42).

Рабочая плоскость (G17/G18/G19)

Исходя из этого СЧПУ определяет плоскость и тем самым осевые направления, в которых осуществляется коррекция.



Пример: Фрезерный инструмент

Программный код	Комментарий
...	
N10 G17 G41 ...	; Коррекция на радиус инструмента осуществляется в плоскости X/Y, коррекция длины инструмента в направлении Z.
...	

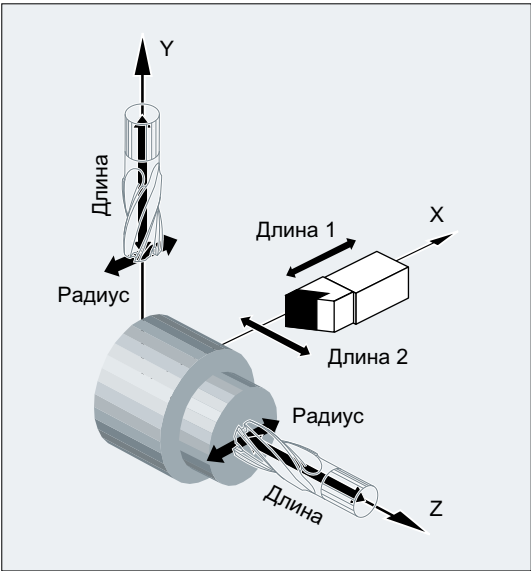
Примечание

У 2-х осевых станков коррекция на радиус инструмента возможна только в "реальных" плоскостях, как правило, для G18.

Коррекция длин инструмента

Согласованный при выборе инструмента оси диаметра параметр износа может быть определен через машинные данные как значение диаметра. При последующей смене плоскостей это согласование не изменяется автоматически. Для этого после смены плоскостей инструмент должен быть выбран заново.

Токарная обработка:



С **NORM** и **KONT** можно установить траекторию инструмента при включении и выключении режима коррекции (см. "Подвод к контуру и отвод (**NORM**, **KONT**, **KONTC**, **KONTT**) (Страница 277)").

Точка пересечения

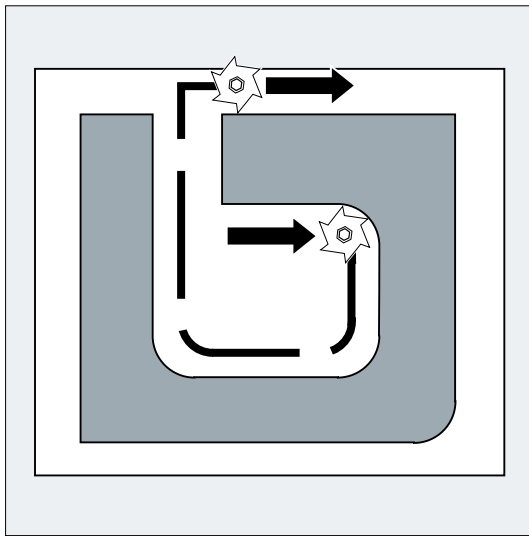
Выбор точки пересечения осуществляется через установочные данные:

SD42496 \$SC_CUTCOM_CLSD_CONT (поведение коррекции на радиус инструмента при замкнутом контуре)

Величина	Объяснение
false	Если в случае (практически) замкнутого контура, состоящего из двух последовательных круговых кадров или одного кругового и одного линейного кадра, получается две точки пересечения при коррекции на внутренней стороне, то стандартно выбирается точка пересечения, расположенная на первом подконтуре ближе к концу кадра. Контур рассматривается как (практически) замкнутый в том случае, когда расстояние между стартовой точкой первого кадра и конечной точкой второго кадра меньше, чем 10 % эффективного радиуса коррекции, но не больше, чем 1000 дискрет (соответствует 1 мм при 3 позициях после запятой).
TRUE	В ситуации, идентичной описанной выше, выбирается точка пересечения, которая на первом подконтуре лежит ближе к началу кадра.

Смена направления коррекции (G41 ↔ G42)

Смена направления коррекции (G41 ↔ G42) может быть запрограммирована без промежуточной G40.



Смена рабочей плоскости

Переключение рабочей плоскости (G17/G18/G19) при включенной G41/G42 **не** возможно.

Смена блока данных коррекции инструмента (D...)

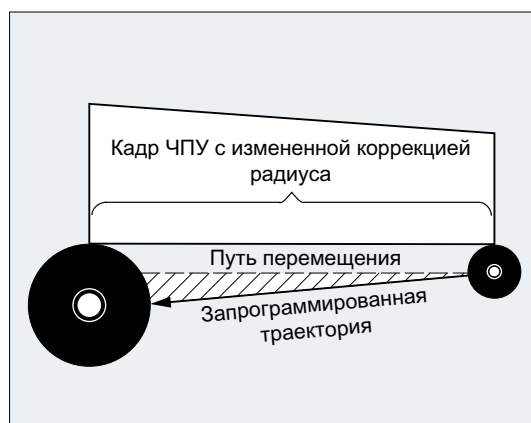
Блок данных коррекции инструмента может быть переключен в режиме коррекции.

Измененный радиус инструмента начинает действовать уже с того кадра, в котором стоит новый номер D.

Примечание

Изменение радиуса или компенсационное движение растягивается на весь кадр и достигает нового эквидистантного расстояния только в запрограммированной конечной точке.

При линейных движениях инструмент движется по наклонной траектории между начальной и конечной точкой:



При круговых интерполяциях возникают спиральные движения.

Изменение радиуса инструмента

Изменение возможно, к примеру, через системные переменные. Для процесса действуют те же правила, что и для смены блока данных коррекции инструмента (D...).

Примечание

Измененные значения начинают действовать после повторного программирования T или D. Изменение действует только в следующем кадре.

Режим коррекции

Режим коррекции может быть прерван только определенным количеством следующих друг за другом кадров или команд M, не содержащих команд движения или характеристик перемещения в плоскости коррекции.

Примечание

Количество следующих друг за другом кадров или команд M может устанавливаться через машинные данные (см. указания изготовителя станка!).

Примечание

Кадр с ходом траектории ноль также считается прерыванием!

11.2 Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT)

Условие

Команды KONTC и KONTT доступны только при разрешении в СЧПУ опции "Полиномиальная интерполяция".

Функция

С помощью команд NORM, KONT, KONTC или KONTT при включенной коррекции радиуса инструмента (G41/G42) путь подвода и отвода инструмента может быть согласован с желаемым ходом контура или с формой заготовки.

С KONTC или KONTT условия постоянства соблюдаются во всех трех осях. Тем самым допускается одновременное программирование компонента хода вертикально к плоскости коррекции.

Синтаксис

G41/G42 NORM/KONT/KONTC/KONTT X... Y... Z...	
...	
G40 X... Y... Z...	

Значение

NORM:	Включить точный подвод/отвод по прямой Инструмент устанавливается точно вертикально к точке контура.
KONT:	Включить подвод/отвод с обходом начальной/конечной точки согласно запрограммированному поведению на углах G450 или G451
KONTC:	Включить стабильный по кривизне подвод/отвод
KONTT:	Включить подвод/отвод с постоянным касанием

Примечание

В качестве оригинальных кадров подвода/отвода для KONTC и KONTT разрешены только кадры G1. Они заменяются СЧПУ полиномами для соответствующей траектории подвода/отвода.

Граничные условия

KONTT и KONTC недоступны для вариантов 3D коррекции радиуса инструмента (CUT3DC, CUT3DCC, CUT3DF). Если они все же программируются, то внутри СЧПУ без сигнализации ошибки происходит переключение на NORM.

Пример

KONTC

Подвод к полной окружности, начиная из центра окружности. При этом в конечной точке кадра подвода направление и радиус изгиба идентичны значениям следующей окружности. Подача в обоих кадрах подвода/отвода осуществляется одновременно в направлении Z. Следующий рисунок показывает вертикальную проекцию траектории инструмента:

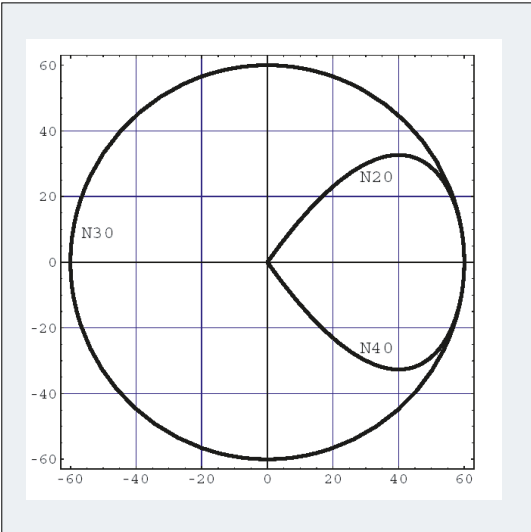


Рисунок 11-1 Вертикальная проекция

Соответствующая часть программы ЧПУ выглядит следующим образом:

Программный код	Комментарий
\$TC_DP1[1,1]=121	; Фреза
\$TC_DP6[1,1]=10	; Радиус 10 мм
N10 G1 X0 Y0 Z60 G64 T1 D1 F10000	
N20 G41 KONTC X70 Y0 Z0	; подвод
N30 G2 I-70	; Полный круг
N40 G40 G1 X0 Y0 Z60	; Отвод
N50 M30	

Одновременно для согласования изгиба с круговой траекторией полной окружности происходит перемещение с Z60 на плоскость окружности Z0:

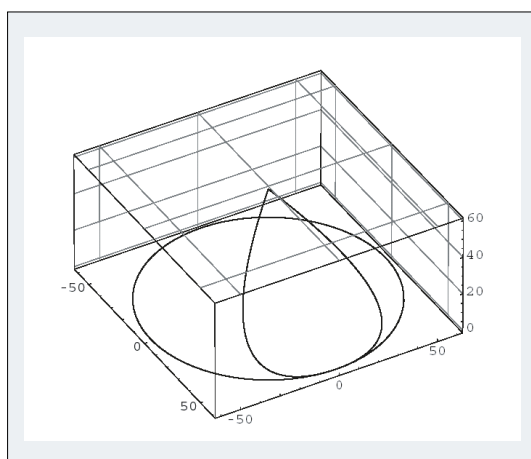


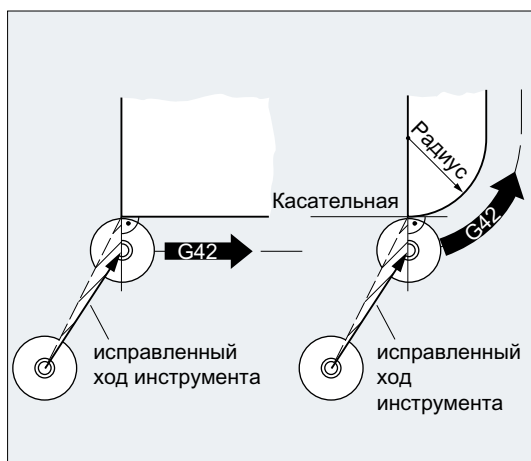
Рисунок 11-2 Представление в пространстве

Дополнительная информация

Подвод/отвод с NORM

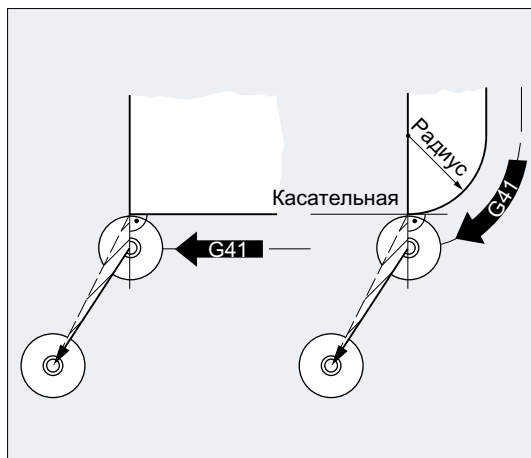
1. Подвод:

При включенной NORM инструмент движется точно по прямой к исправленной стартовой позиции (независимо от заданного через запрограммированное движение перемещения угла подвода) и устанавливается в начальной точке точно вертикально к касательной к траектории:

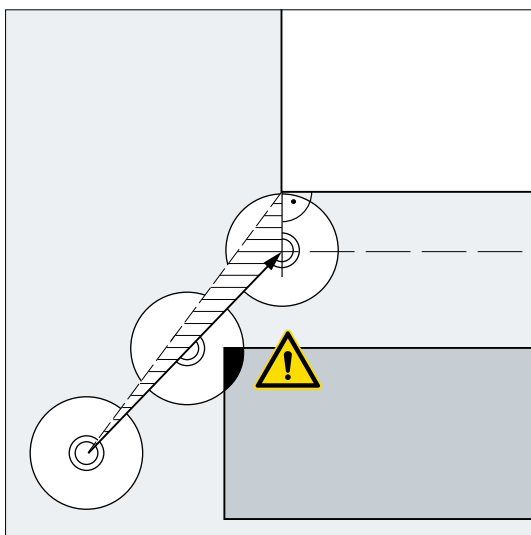


2. Отвод:

Инструмент стоит в вертикальной позиции к последней исправленной конечной точке траектории и движется после этого (независимо от заданного через запрограммированное движение перемещения угла подвода) точно по прямой к следующей, неисправленной позиции, к примеру, к точке смены инструмента:



Измененные углы подвода/отвода представляют собой опасность столкновения:

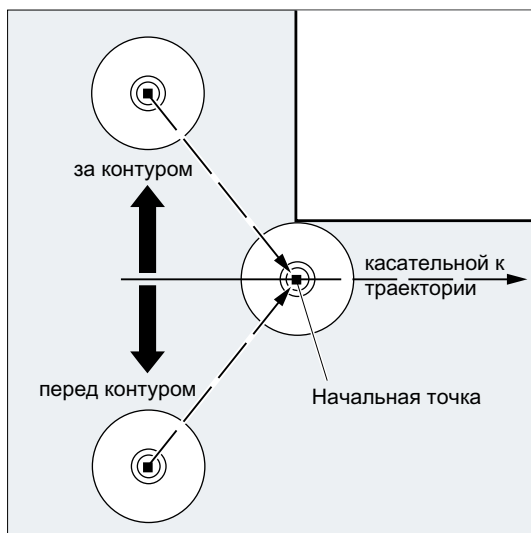
**ВНИМАНИЕ****Опасность столкновений**

Во избежание возможных столкновений учитывать измененные углы подвода/отвода при программировании.

Подвод/отвод с KONT

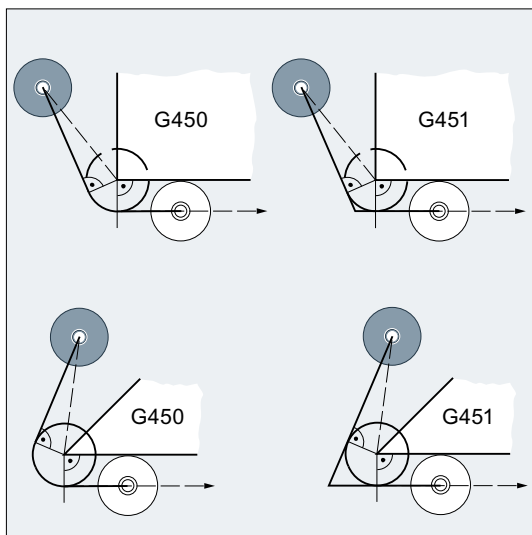
Перед подводом инструмента может находиться **перед** или **за** контуром.

Разделительной линией при этом является касательная к траектории в начальной точке:

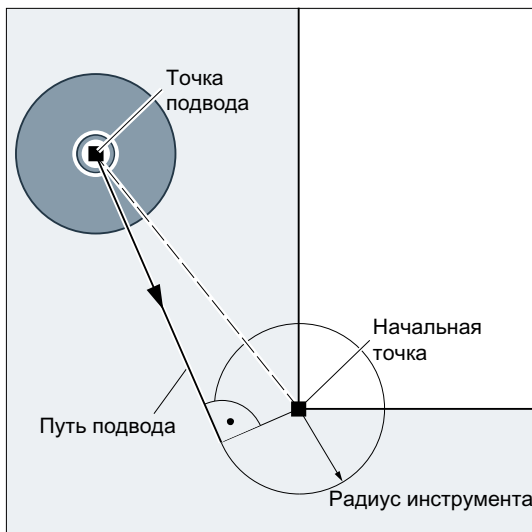


Согласно этому, при подводе/отводе с KONT различается два случая:

1. Инструмент находится перед контуром.
→ Стратегия подвода/отвода как при NORM.
2. Инструмент находится за контуром
 - Подвод:
Инструмент обходит начальную точку в зависимости от запрограммированного поведения на углах (G450/G451) по круговой траектории или через точку пересечения эквидистант.
Команды G450/G451 относятся к переходу от актуального кадра к следующему кадру:



В обоих случаях (G450/G451) создается следующий путь подвода:



От неисправленной точки подвода проводится прямая, являющаяся касательной к окружности с радиусом окружности = радиусу инструмента. Центр окружности находится в начальной точке.

- Отвод:
Для отвода действуют те же правила, что и для подвода, только в обратной последовательности.

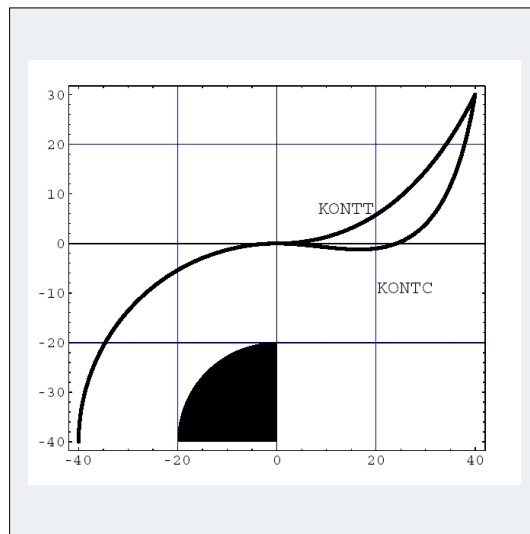
Подвод/отвод с KONTC

Подвод/отвод от точки контура осуществляется с постоянным изгибом. В точке контура не происходит скачка ускорения. Интерполяция траектории от исходной точки до точки контура осуществляется как полином.

Подвод/отвод с KONTT

Подвод/отвод от точки контура осуществляется по постоянной касательной. В точке контура может возникнуть скачок ускорения. Интерполяция траектории от исходной точки до точки контура осуществляется как полином.

Различия между KONTT и KONTC

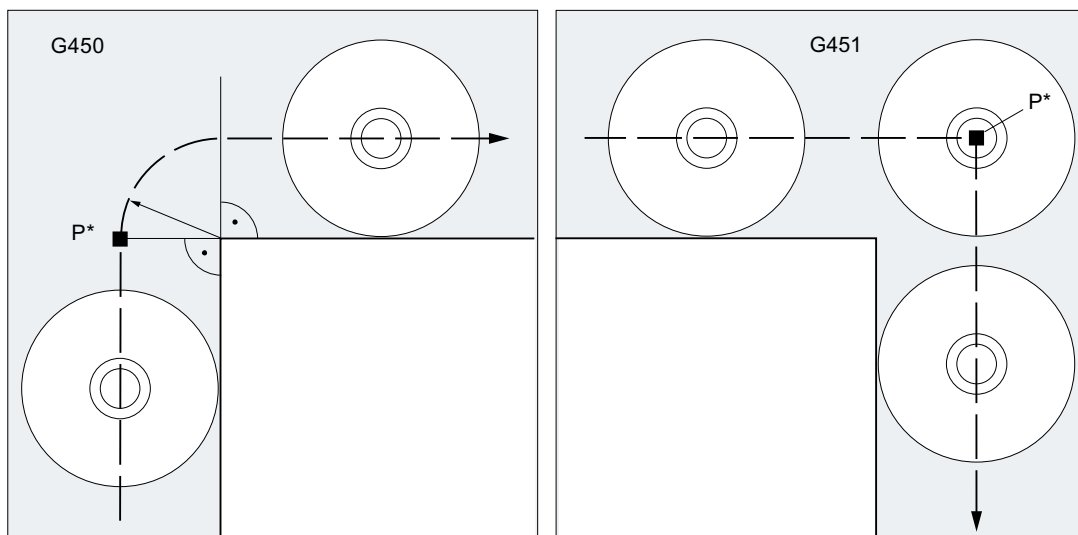


На этом рисунке представлены различия в поведении подвода/отвода для KONTT и KONTC. Окружность с радиусом 20 мм вокруг центра в X0 Y-40 исправляется инструментом с радиусом 20 мм на наружной стороне. Поэтому получается круговое движение центра инструмента с радиусом 40 мм. Конечная точка кадра отвода находится в X40 Y30. Переход между круговым кадром и кадром отвода лежит в нулевой точке. Из-за удлиненного постоянного изгиба при KONTC кадр отвода сначала выполняет движение с отрицательным компонентом Y. Часто это является нежелательным. Кадр отвода с KONTT не имеет такого поведения. Но в этом случае на переходе кадра возникает скачок ускорения.

Если кадр KONTT или KONTC является не кадром отвода, а кадром подвода, то получается точно такой же контур, который лишь проходится в противоположном направлении.

11.3 Коррекция на наружных углах (G450, G451, DISC)

С помощью команды G450 или G451 при включенной коррекции радиуса инструмента (G41/G42) определяется ход исправленной траектории инструмента при обходе наружных углов:



С G450 центр инструмента обходит угол детали по дуге окружности с радиусом инструмента.

С G451 центр инструмента подводится к точке пересечения двух эквидистант, находящихся на расстоянии радиуса инструмента от запрограммированного контура. G451 действует только для прямых и окружностей.

Примечание

С G450/G451 также определяется путь подвода при активной KONT и точка подвода за контуром (см. "Подвод к контуру и отвод (NORM, KONT, KONTC, KONTT) (Страница 277)").

С помощью команды DISC переходные окружности при G450 могут быть искажены для создания острых углов контура.

Синтаксис

G450 [DISC=<значение>]

G451

Объяснение

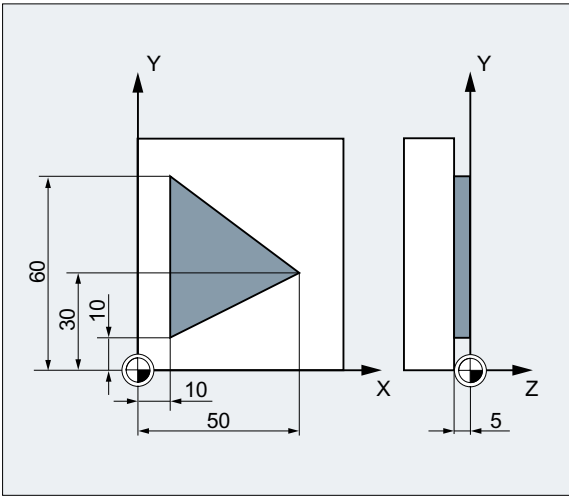
G450:	С G450 углы детали обходятся по круговой траектории.				
DISC:	Гибкое программирование круговой траектории при G450 (опция)				
	<значение >:	Тип:	INT		
		Диапазон значений:	0, 1, 2, ... 100		
		Объяснение:	0	Переходная окружность	
			100	Точка пересечения эквидистант (теоретическое значение)	
G451:	С G451 на углах детали выполняется подвод к точке пересечения обоих эквидистант. Инструмент выполняет свободное резание в углу детали.				

Примечание

DISC действует только при вызове G450, но может быть запрограммирована в предыдущем кадре без G450. Обе команды действуют модально.

Пример

В следующем примере на всех наружных углах вставляется переходный радиус (согласно программированию поведения на углах в кадре N30). Благодаря этому удастся избежать остановки и свободного резания инструмента для смены направления.



Программный код	Комментарий
N10 G17 T1 G0 X35 Y0 Z0 F500	; Условия старта
N20 G1 Z-5	; Подача инструмента.
N30 G41 KONT G450 X10 Y10	; Включить КРИ с режимом подвода/отвода KONT и поведением на углах G450 .
N40 Y60	; Фрезерование контура.
N50 X50 Y30	
N60 X10 Y10	

Программный код	Комментарий
N80 G40 X-20 Y50	; Выключение режима коррекции, отвод на переходную окружность.
N90 G0 Y100	
N100 X200 M30	

Дополнительная информация

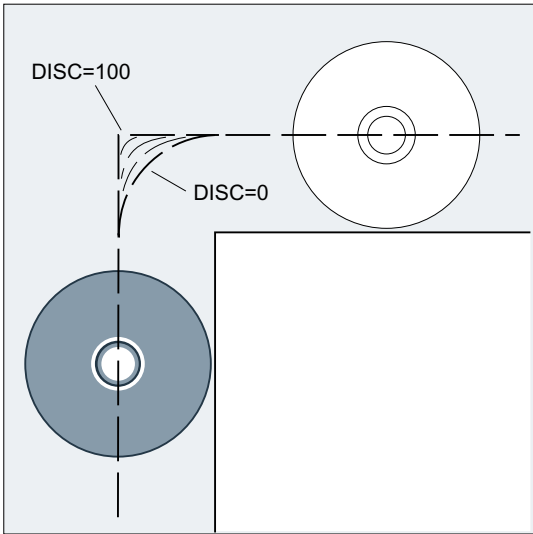
G450/G451

В промежуточной точке P* СЧПУ выполняет команды, как, к примеру, движения подачи или функции переключения. Эти операторы программируются в кадрах, находящихся между двумя кадрами, образующими угол.

Переходная окружность при G450 с точки зрения передачи и обработки данных относится к последующей команде движения.

DISC

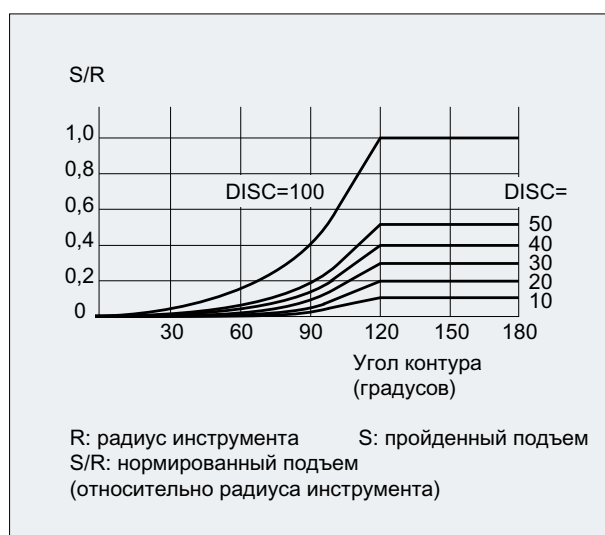
При указании значений DISC больше 0 промежуточные окружности представляются в вытянутом виде – при этом возникают переходные эллипсы или параболы или гиперболы:



Через машинные данные можно установить верхнее предельное значение – как правило DISC=50.

Характеристика движения

При включенной G450 инструмент при острых углах контура и высоких значениях DISC на углах отводится от контура. При угле контура от 120°, контур обходится равномерно:

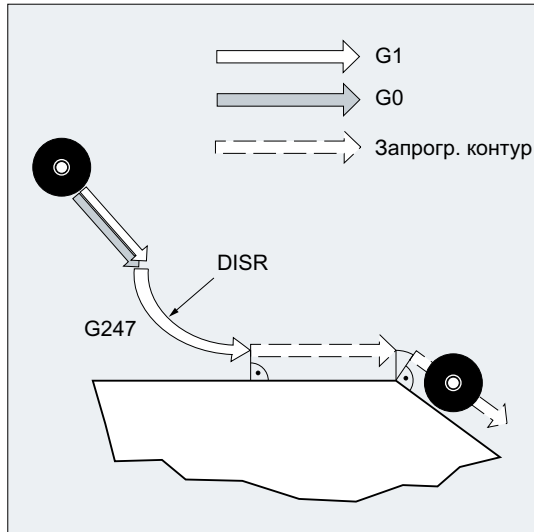


При включенной G451 при острых углах контура из-за движений отвода может возникнуть избыточный холостой ход инструмента. Через машинные данные можно установить, чтобы в таких случаях автоматически осуществлялось переключение на переходную окружность.

11.4 Мягкий подвод и отвод

11.4.1 Подвод и отвод (G140 до G143, G147, G148, G247, G248, G347, G348, G340, G341, DISR, DISCL, DISRP, FAD, PM, PR)

Функция "Мягкий подвод и отвод (SAR)" служит для того, чтобы осуществить подвод по касательной в стартовой точке контура, независимо от положения исходной точки.



Функция используется преимущественно в комбинации с коррекцией радиуса инструмента.

При активации функции СЧПУ берет на себя задачу расчета промежуточных точек таким образом, чтобы переход в последующий кадр (или переход из предшествующего кадра при отводе) был бы выполнен согласно указанным параметрам.

Движение подвода состоит макс. из 4 вспомогательных движений. Стартовая точка движения в дальнейшем будет обозначаться как P_0 , конечная точка как P_4 . Между ними может находиться макс. три промежуточные точки P_1 , P_2 и P_3 . Точки P_0 , P_3 и P_4 определены всегда. Промежуточные точки P_1 и P_2 , в зависимости от параметрирования и геометрических свойств, могут отсутствовать. При отводе точки проходятся в обратной последовательности, т. е. начиная с P_4 и заканчивая в P_0 .

Синтаксис

Мягкий подвод:

- по прямой:
G147 G340/G341 ... DISR=..., DISCL=..., DISRP=... FAD=...
- по четверти круга/полукругу:
G247/G347 G340/G341 G140/G141/G142/G143 ... DISR=... DISCL=...
DISRP=... FAD=...

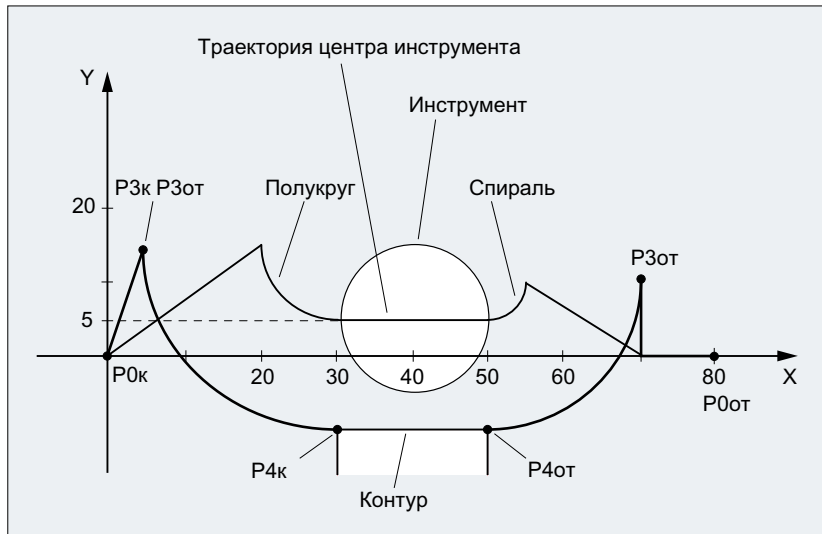
Мягкий отвод:

- по прямой:
G148 G340/G341 ... DISR=..., DISCL=..., DISRP=... FAD=...
- по четверти круга/полукругу:
G248/G348 G340/G341 G140/G141/G142/G143 ... DISR=... DISCL=...
DISRP=... FAD=...

Объяснение

G147:	Подвод по прямой
G148:	Отвод по прямой
G247:	Подвод по четверти круга
G248:	Отвод по четверти круга
G347:	Подвод по полукругу
G348:	Отвод по полукругу
G340:	Пространственный подвод и отвод (первичная настройка)
G341:	Подвод и отвод в плоскости
G140:	Направление подвода и отвода в зависимости от текущей стороны коррекции (первичная настройка)
G141:	Подвод слева или отвод влево
G142:	Подвод справа или отвод вправо
G143:	Направление подвода и отвода в зависимости от относительного положения стартовой или конечной точки к направлению касательных
DISR=...:	1. При подводе и отводе по прямой (G147/G148): Расстояние от кромки фрезы от стартовой точки контура 2. При подводе и отводе по кругу (G247, G347/G248, G348): Радиус траектории центра инструмента Внимание: при REPOS по полукругу DISR обозначает диаметр окружности
DISCL=...:	Расстояние от конечной точки быстрого движения подачи до плоскости обработки DISCL=AC(...) указание абсолютной позиции конечной точки быстрого движения подачи
DISCL=AC(...):	указание абсолютной позиции конечной точки быстрого движения подачи
DISRP:	Расстояние от точки P1 (плоскость отвода) до плоскости обработки
DISRP=AC(...):	Указание абсолютного положения точки P1
FAD=...:	Скорость медленного движения подачи Запрограммированное значение действует согласно активному типу подачи (группа G 15).
FAD=PM(...):	Запрограммированное значение интерпретируется независимо от активного типа подачи как линейная подача (как G94).
FAD=PR(...):	Запрограммированное значение интерпретируется независимо от активного типа подачи как окружная подача (как G95).

Пример



- Мягкий подвод (кадр N20 активирован)
- Движение подвода по четверти круга (G247)
- Направление подвода не запрограммировано, действует G140, т. е. КРИ активна (G41)
- Смещение контура OFFN=5 (N10)
- Текущий радиус инструмента=10, таким образом, эффективный радиус коррекции для КРИ=15, радиус контура SAR=25, таким образом, радиус траектории центра инструмента будет равен DISR=10
- Конечная точка окружности получается из N30, т.к. в N20 запрограммирована только позиция Z
- Движение подачи
 - Из Z20 в Z7 (DISCL=AC(7)) ускоренным ходом
 - После в Z0 с FAD=200.
 - Круг подвода в плоскости X-Y и последующие кадры с F1500 (чтобы эта скорость стала активной в последующих кадрах, необходимо переписать активную G0 в N30 с G1, в ином случае обработка контура была бы продолжена с G0)
- Мягкий отвод (кадр N60 активирован)
- Движение отвода по четверти круга (G248) и спирали (G340)
- FAD не запрограммирована, так как не имеет значения при G340
- Z=2 в стартовой точке; Z=8 в конечной точке, т.к. DISCL=6
- При DISR=5 радиус контура SAR=20, радиус траектории центра инструмента=5

Движения перемещения из Z8 в Z20 и движение параллельно плоскости X-Y к X70 Y0.

Программный код	Комментарий
\$TC_DP1[1,1]=120	; определение инструмента T1/D1
\$TC_DP6[1,1]=10	; радиус
N10 G0 X0 Y0 Z20 G64 D1 T1 OFFN=5	; (к P0)
N20 G41 G247 G341 Z0 DISCL=AC(7) DISR=10 F1500 FAD=200	; Подвод (к P3)
N30 G1 X30 Y-10	; (к P4)
N40 X40 Z2	
N50 X50	; (от P4)
N60 G248 G340 X70 Y0 Z20 DISCL=6 DISR=5 G40 F10000	; Отвод (от P3)
N70 X80 Y0	; (от P0)
N80 M30	

Дополнительная информация

Выбор контура подвода или отвода

Выбор контура подвода или отвода осуществляется с помощью соответствующей G-команды 2-й группы G:

G147:	Подвод по прямой
G247:	Подвод по четверти круга
G347:	Подвод по полукругу
G148:	Отвод по прямой
G248:	Отвод по четверти круга
G348:	Отвод по полукругу

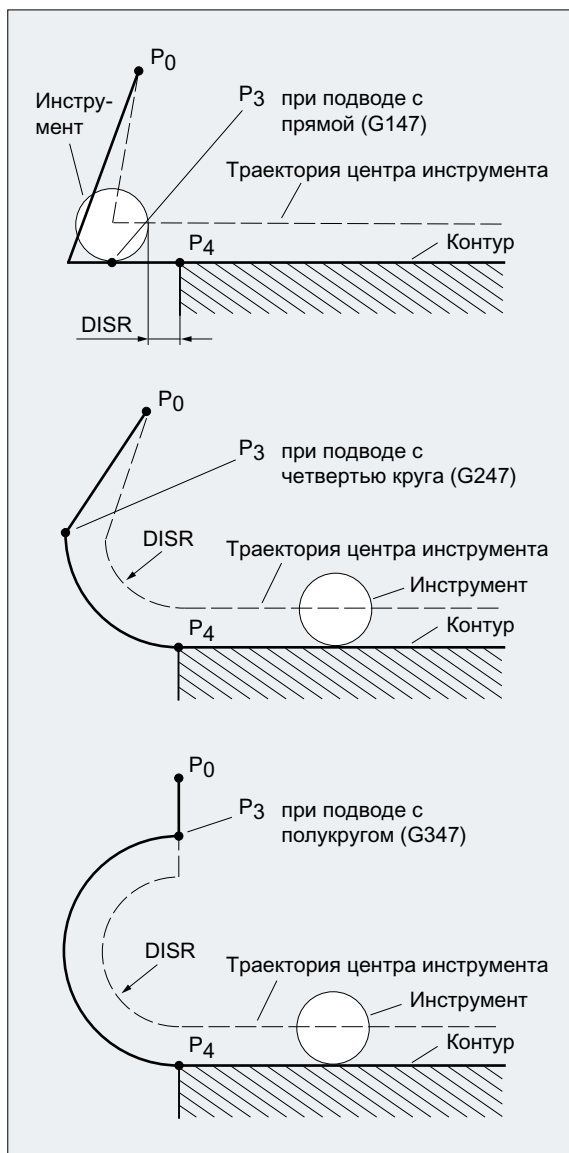


Рисунок 11-3 Движения подвода при одновременной активации коррекции радиуса инструмента

Выбор направления подвода или отвода

Определение направления подвода и отвода с помощью коррекции радиуса инструмента (G140, первичная настройка) при положительном радиусе инструмента:

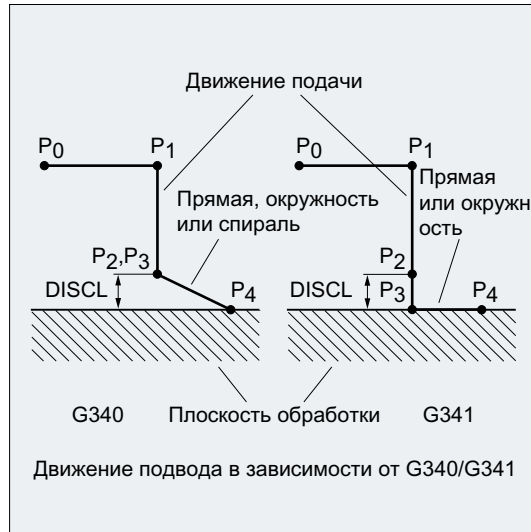
- G41 активна → подвод слева
- G42 активна → подвод справа

Прочие возможности подвода доступны с помощью G141, G142 и G143.

Эти G-команды имеют значение, только если контур подвода является четвертью круга или полукругом.

Подразделение движения от стартовой к конечной точке (G340 и G341)

В любом случае движения состоят из одной или нескольких прямых, а также, в зависимости от G-команды для определения контура подвода, из дополнительной прямой или четверти круга / полукруга. 2 варианта разделения пути представлены на рисунке ниже:



G340:	Подвод по прямой от точки P_0 к точке P_1. Эта прямая параллельна плоскости обработки, если параметр DISRP не был запрограммирован. Подача вертикально к плоскости обработки от точки P_1 к точке P_3 на определенное через параметр DISCL безопасное расстояние к плоскости обработки. Подвод к конечной точке P_4 по определенной через G-команду второй группы кривой (прямая, окружность, спираль). Если активна G247 или G347 (четверть круга или полукруг) и стартовая точка P_3 не лежит в определенной через конечную точку P_4 плоскости обработки, то вместо окружности вставляется спираль. Точка P_2 не определена или совпадает с P_3. Плоскость окружности или ось спирали при этом определяется через активную в SAR-кадре плоскость (G17/G18/G19), т. е. последующим кадром для определения окружности используется не сама стартовая касательная, а ее проекция в активную плоскость. Движение от точки P_0 к точке P_3 выполняется в двух прямых со скоростью, которая действовала до SAR-кадра.
G341:	Подвод по прямой от точки P_0 к точке P_1. Эта прямая параллельна плоскости обработки, если параметр DISRP не был запрограммирован. Подача вертикально к плоскости обработки от точки P_1 до определенного через параметр DISCL безопасного расстояния к плоскости обработки в точке P_2. Подача вертикально к плоскости обработки от точки P_2 к точке P_3. Подвод к конечной точке по определенной через G-команду второй группы кривой. P_3 и P_4 лежат в плоскости обработки, поэтому при G247 или G347 никогда не вставляется спираль, а всегда окружность.

Во всех случаях, когда положение активной плоскости допускает G17/G18/G19 (плоскость окружности, ось спирали, движение подачи вертикально к активной плоскости), учитывается возможно активный вращающийся фрейм.

Длина прямой подвода или радиуса в случае окружностей подвода (DISR)

- Подвод/отвод по прямой
DISR указывает расстояние от кромки фрезы до стартовой точки контура, т. е. длина прямой при активной КПИ получается из суммы радиуса инструмента и запрограммированного значения DISR. Учитывается только положительный радиус инструмента.
Полученная длина прямой должна быть положительной, т. е. отрицательные значения для DISR допускаются, пока величина DISR меньше, чем радиус инструмента.
- Подвод/отвод по кругу
DISR указывает радиус траектории центра инструмента. Если КПИ активирована, то создается круг с таким радиусом, чтобы и в этом случае получалась траектория центра инструмента с запрограммированным радиусом.

Расстояние от точки P₂ до плоскости обработки (DISCL)

Если позиция точки P₂ на оси вертикально к плоскости окружности должна быть указана абсолютно, то значение программируется в форме $DISCL=AC(\dots)$.

Для DISCL=0:

- Для G340: Все движение подвода состоит только из двух кадров (P₁, P₂ и P₃ совпадают). Контур подвода образуется от P₁ к P₄.
- Для G341: Все движение подвода состоит из трех кадров (P₂ и P₃ совпадают). Если P₀ и P₄ лежат в одной плоскости, то получается только два кадра (движение подачи от P₁ к P₃ отсутствует).
- Контролируется, чтобы определенная через DISCL точка лежала бы между P₁ и P₃, т. е. при всех движениях, имеющих один компонент вертикально к плоскости обработки, этот компонент должен иметь тот же знак.
- При определении реверсирования разрешается определенный через машинные данные MD20204 \$MC_WAB_CLEARANCE_TOLERANCE допуск.

Расстояние от точки P₁ (плоскость отвода) до плоскости обработки (DISRP)

Если позиция точки P₁ на оси вертикально к плоскости обработки должна быть указана абсолютно, то значение программируется в форме $DISRP=AC(\dots)$.

Если этот параметр не запрограммирован, то расстояние от точки P₁ до плоскости обработки идентично таковому от точки P₀, т. е. прямая подвода P₀ → P₁ параллельна плоскости обработки.

Контролируется, чтобы определенная через DISCL точка лежала бы между P₀ и P₂, т. е. при всех движениях, имеющих один компонент вертикально к плоскости обработки (движения подачи, движение подвода от P₃ к P₄), этот компонент должен иметь тот же знак. Реверсирование не допускается. При необходимости выводится аварийное сообщение.

При определении реверсирования разрешается определенный через машинные данные MD20204 \$MC_WAB_CLEARANCE_TOLERANCE допуск. Если P₁ лежит вне определенной через P₀ и P₂ области, но отклонение меньше или равно этому допуску, то предполагается, что P₁ лежит в определенной через P₀ или P₂ плоскости.

Программирование конечной точки

Конечная точка программируется, как правило, с помощью X... Y... Z...

Программирование конечной точки контура при подводе значительно отличается от такового при отводе. Поэтому оба случая рассматриваются здесь отдельно.

Программирование конечной точки P4 при подводе

Конечная точка P₄ может быть запрограммирована в самом SAR-кадре. В качестве альтернативы можно определить P₄ через конечную точку следующего кадра перемещения. Между кадром WAB и следующим кадром перемещения могут быть вставлены другие кадры без движения гео-осей.

Пример:

Программный код	Комментарий
\$TC_DP1[1,1]=120	; фрезерный инструмент T1/D1
\$TC_DP6[1,1]=7	; Инструмент с радиусом 7 мм
N10 G90 G0 X0 Y0 Z30 D1 T1	
N20 X10	
N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 Z=0 F1000	
N40 G1 X40 Y-10	
N50 G1 X50	
...	

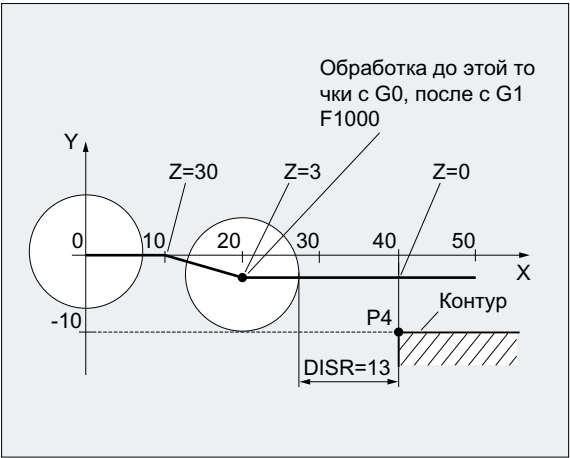
N30/N40 может быть заменена на:

N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 X40 Y-10 Z0 F1000

или

N30 G41 G147 DISCL=3 DISR=13 F1000

N40 G1 X40 Y-10 Z0



Программирование конечной точки P0 при отводе

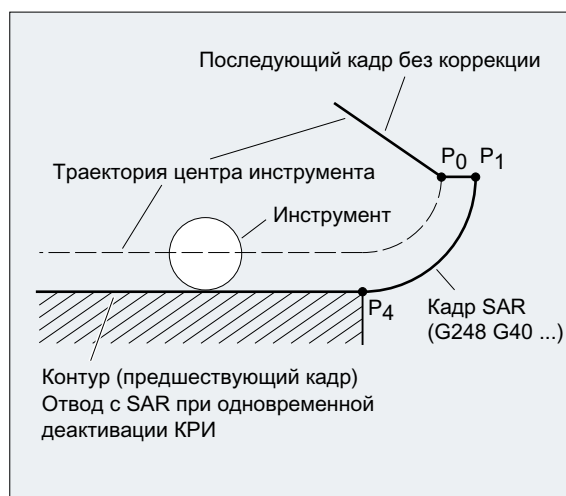
При отводе программирование конечной точки SAR-контура в последующем кадре не предусмотрено, т. е. конечная позиция всегда извлекается из самого SAR-кадра,

независимо от количества запрограммированных осей. При определении конечной точки здесь различаются три следующих случая:

1. Гео-ось в SAR-кадре не запрограммирована. В этом случае контур заканчивается в точке P_1 (если запрограммирована DISRP), в точке P_2 (если запрограммирована DISCL, а не DISRP), или в точке P_3 (если не запрограммированы ни DISCL, ни DISRP). Позиция в осях, образующих плоскость обработки, получается из контура отвода (конечная точка прямой или окружности). Соответствующий вертикальный осевой компонент определяется через DISCL или DISPR. Если в этом случае как $DISCL=0$, так и $DISRP=0$, то движение полностью происходит в плоскости, т. е. точки P_0 до P_3 совпадают.
2. В SAR-кадре запрограммирована только ось вертикально к плоскости обработки. В этом случае контур оканчивается в точке P_0 . Если запрограммирована DISRP (т. е. обе точки P_0 и P_1 не совпадают), то прямая $P_1 \rightarrow P_0$ располагается вертикально к плоскости обработки. Позиции обеих оставшихся осей получаются как в 1.
3. Запрограммирована как минимум одна ось плоскости обработки. Возможно отсутствующая вторая ось плоскости обработки модально добавляется из ее последней позиции в предшествующем кадре.

Позиция оси вертикально к плоскости обработки формируется - в зависимости от того, запрограммирована ли эта ось или нет - как в 1 или 2. Оформленная таким образом позиция определяет конечную точку P_0 . Если SAR-кадр отвода одновременно является кадром деактивации коррекции радиуса инструмента, то в первых двух случаях дополнительный компонент хода вставляется в плоскости обработки от P_1 к P_0 так, что при деактивации коррекции радиуса инструмента в конце контура отвода не получается движения, т. е. эта точка здесь определяет не позицию на исправляемом контуре, а центр инструмента. В случае три отдельной обработки отмены коррекции радиуса инструмента не требуется, т.к. запрограммированная точка P_0 уже непосредственно определяет позицию центра инструмента на конце всего контура.

Поведение в случаях 1 и 2, т. е. при не явно запрограммированной конечной точке в плоскости обработки при одновременной отмене коррекции радиуса инструмента, представлено на рис. ниже:

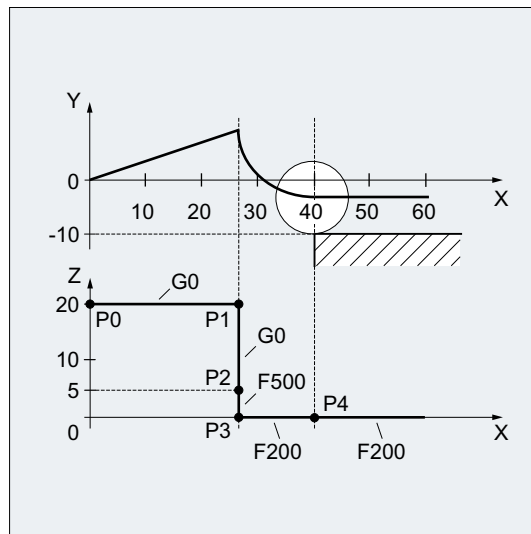


Скорости подвода или отвода

- Скорость предыдущего кадра (G0)
С этой скоростью выполняются все движения от P_0 до P_2 , т. е. движения параллельно плоскости обработки и часть движения подачи до безопасного расстояния.
- Программирование с FAD
Указание скорости подачи для
 - G341: Движение подачи вертикально к плоскости обработки от P_2 к P_3
 - G340: от точки P_2 или P_3 к P_4
Если FAD не программируется, то эта часть контура также проходится с действующей моделью скоростью предыдущего кадра, если в SAR-кадре не запрограммировано F-слово.
- Запрограммированная подача F
Это значение подачи действует от P_3 или P_2 , если FAD не запрограммирована. Если в кадре SAR слово F не программируется, то действует скорость предыдущего кадра.

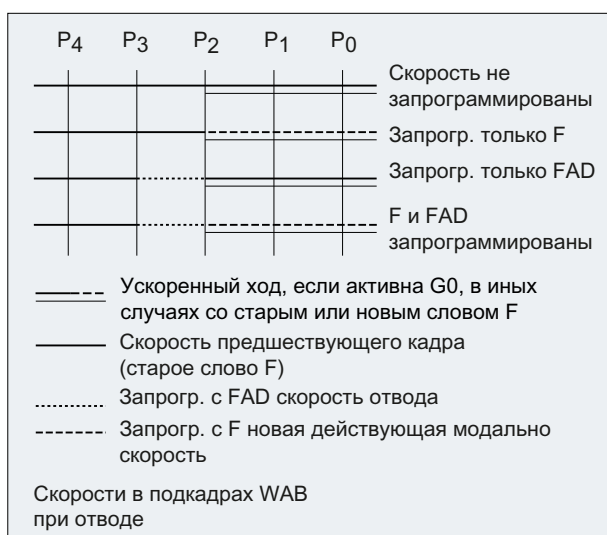
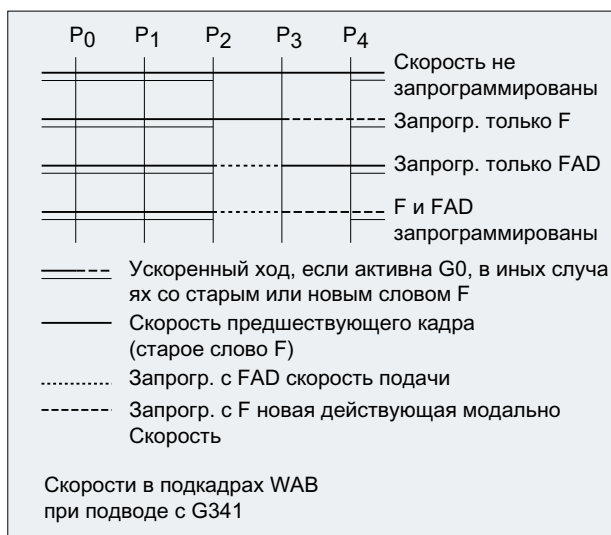
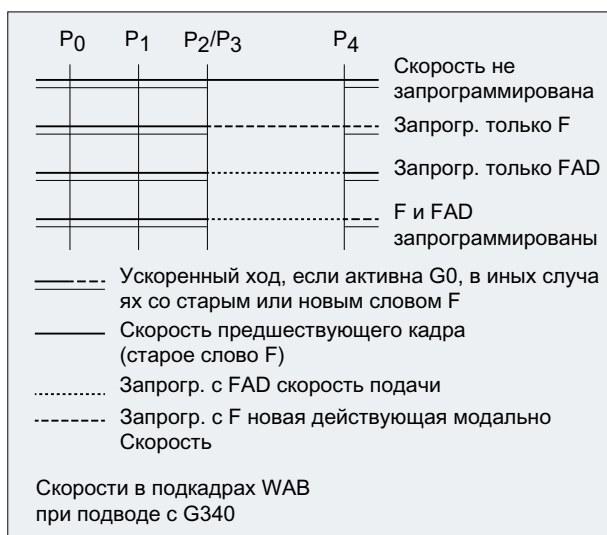
Пример:

Программный код	Комментарий
\$TC_DP1[1,1]=120	; фрезерный инструмент T1/D1
\$TC_DP6[1,1]=7	; инструмент с радиусом 7 мм
N10 G90 G0 X0 Y0 Z20 D1 T1	
N20 G41 G341 G247 DISCL=AC(5) DISR=13 FAD 500 X40 Y-10 Z=0 F200	
N30 X50	
N40 X60	
...	



При отводе роли модально действующей подачи из предыдущего кадра и запрограммированного в кадре SAR значения подачи меняются местами, т. е. перемещение по самому контуру отвода осуществляется со старой подачей, заново запрограммированная с помощью слова F скорость действует соответственно от P_2 до P_0 .

11.4 Мягкий подвод и отвод



Чтение позиций

Точки P_3 и P_4 при подводе могут считываться как системные переменные в WCS.

- \$P_APR: чтение P
- $_3$ (точка старта)
- \$P_AEP: чтение P
- $_4$ (начальная точка контура)
- \$P_APDV: чтение, содержат ли \$P_APR и \$P_AEP действительные значения

11.4.2 Подвод и отвод с расширенными стратегиями отвода (G460, G461, G462)

В определенных геометрических особых случаях, в отличие от прежнего выполнения с включенным контролем столкновений для кадра подвода и отвода, необходимы специальные расширенные стратегии подвода и отвода при активации или деактивации коррекции радиуса инструмента. Так, к примеру, контроль столкновения может привести к тому, что участок на контуре будет обработан не полностью, см. рисунок ниже:

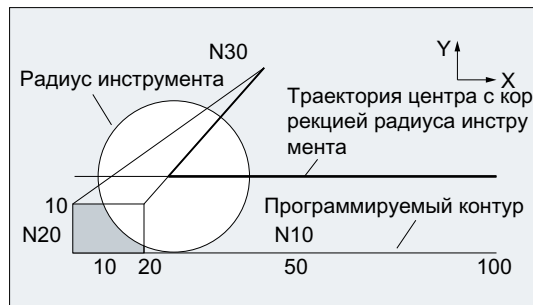


Рисунок 11-4 Характеристика отвода при G460

Синтаксис

G460

G461

G462

Значение

G460:	Как раньше (включение контроля столкновения для кадра подвода и отвода)
G461:	Вставка окружности в кадре КРИ, если невозможна точка пересечения, центр которой находится в конечной точке кадра без коррекции, и чей радиус равен радиусу инструмента. До точки пересечения обработка осуществляется по вспомогательной окружности вокруг конечной точки контура (т. е. до конца контура).
G462:	Вставка прямой в кадре КРИ, если точка пересечения невозможна, кадр удлиняется через его конечную касательную (стандартная установка) Обработка осуществляется до удлинения последнего элемента контура (т. е. почти до конца контура).

Примечание

Характеристика подвода симметрична характеристике отвода.

Характеристика подвода или отвода определяется состоянием G-команды в кадре подвода или отвода. Таким образом, характеристика подвода может быть установлена независимо от характеристики отвода.

Примеры

Пример 1: Характеристика отвода при G460

В дальнейшем описывается ситуация при деактивации коррекции радиуса инструмента. Поведение при подводе полностью аналогично.

Программный код	Комментарий
G42 D1 T1	; Радиус инструмента 20 мм
...	
G1 X110 Y0	
N10 X0	
N20 Y10	
N30 G40 X50 Y50	

Пример 2: Подвод при G461

Программный код	Комментарий
N10 \$TC_DP1[1,1]=120	; Тип инструмента "фреза"
N20 \$TC_DP6[1,1]=10	; Радиус инструмента
N30 X0 Y0 F10000 T1 D1	
N40 Y20	
N50 G42 X50 Y5 G461	
N60 Y0 F600	
N70 X30	
N80 X20 Y-5	

Программный код	Комментарий
N90 X0 Y0 G40	
N100 M30	

Дополнительная информация

G461

Если точка пересечения последнего кадра КРИ с предыдущим кадром невозможна, то кривая смещения этого кадра продлевается на окружность, центр которой находится в конечной точке кадра без коррекции и радиус которой равен радиусу инструмента.

СЧПУ пытается рассечь эту окружность одним из предыдущих кадров.

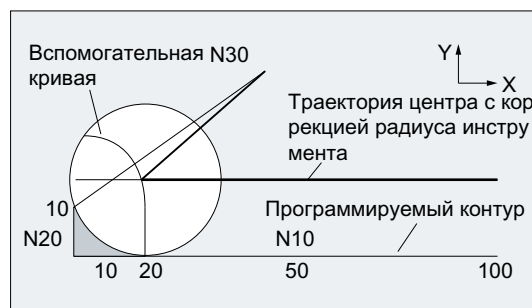


Рисунок 11-5 Характеристика отвода при G461

Контроль столкновений CDON, CDOF

Здесь при активной CDOF (см. раздел "Контроль столкновений, CDON, CDOF) поиск отменяется, если точка пересечения была найдена, т.е. не проверяется, существуют ли точки пересечения с более старыми кадрами.

При активной CDON и в том случае, если точка пересечения была найдена, продолжается поиск других точек пересечения.

Найденная таким образом точка пересечения является новой конечной точкой предыдущего кадра и стартовой точкой кадра деактивации. Вставленная окружность служит только для вычисления точки пересечения и не вызывает движения перемещения.

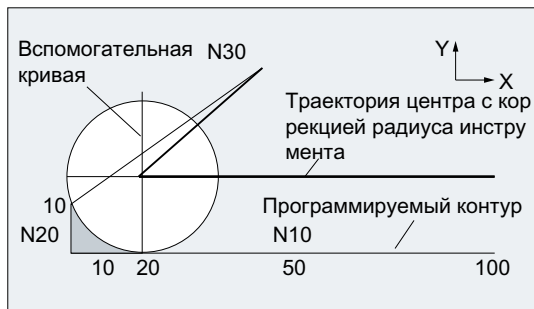
Примечание

Если точка пересечения не найдена, то выводится ошибка 10751 (опасность столкновения).

G462

Если точка пересечения последнего кадра КРИ с предыдущим кадром невозможна, то при отводе с G462 (по умолчанию) в конечной точке последнего кадра с коррекцией радиуса инструмента вставляется прямая (кадр продлевается своей конечной касательной).

Поиск точки пересечения тогда осуществляется идентично G461.



Поведение отвода при G462 (см. пример)

При G462 образованный в программе-образце из N10 и N20 угол выбирается не настолько, как это было бы возможно с используемым инструментом. Но это поведение может быть все же необходимым, чтобы не повредить подконтур (отличный от запрограммированного контура) в примере слева от N20 и при значениях u , больших 10 мм.

Угловые параметры при KONT

Если KONT активна (обход контура в стартовой или конечной точке), то различается, находится ли конечная точка перед или за контуром.

- **Конечная точка перед контуром**

Если конечная точка находится перед контуром, то характеристика отвода аналогична NORM. Это свойство не изменяется и в том случае, если последний кадр контура при G451 продлевается прямой или окружностью. Поэтому дополнительные стратегии обхода, чтобы избежать повреждения контура вблизи конечной точки контура, не нужны.

- **Конечная точка за контуром**

Если конечная точка находится за контуром, то всегда, в зависимости от G450 / G451, вставляется окружность или прямая. G460 - G462 тогда не имеет значения. Если последний кадр перемещения в этой ситуации не имеет точки пересечения с предшествующим кадром, то теперь может получиться точка пересечения со вставленным элементом контура или с участком прямой от конечной точки обходной окружности до запрограммированной конечной точки.

Если вставленным элементом контура является окружность (G450), и она образует с предшествующим кадром точку пересечения, то она идентична точке пересечения, которая получилась бы при NORM и G461. В остальном нужно пройти дополнительный сегмент круга. Вычисления точки пересечения для линейной части кадра отвода более не требуется.

Во втором случае, когда точка пересечения вставленного элемента контура с предшествующими кадрами не найдена, то выполняется перемещение на точку пересечения между прямой отвода и предшествующим кадром.

Таким образом, при активной G461 или G462 поведение отличается от такового при G460 только в том случае, если либо активна NORM, либо поведение при KONT, обусловленное геометрически, идентично таковому при NORM.

11.5 Включение/выключение контроля столкновений ("Распознавание бутылочного горлышка") (CDON, CDOF, CDOF2)

Контроль столкновений ("Распознавание бутылочного горлышка") при активной КРИ включается/выключается в программе ЧПУ командами группы G-группы 23.

Синтаксис

```
G41/G42 CDON
...
CDOF/CDOF2
```

Объяснение

CDON:	Включение контроля столкновений ("Распознавание бутылочного горлышка") Посредством CDON через настраиваемое (MD20240) количество кадров проверяется, пересекаются ли пути инструментов не соседних кадров. Благодаря этому удается своевременно распознавать столкновения и активно предотвращать их при помощи СЧПУ.
CDOF:	Выключение контроля столкновений ("Распознавание бутылочного горлышка") Посредством CDOF для актуального кадра осуществляется поиск общей точки пересечения с предыдущим кадром перемещения (на внутренних углах), при необходимости и в более старых кадрах. Если обнаруживается точка пересечения между соседними кадрами, дальнейшие кадры не рассматриваются. На наружных углах точка пересечения между двумя следующими друг за другом кадрами обнаруживается всегда. Указание: Посредством CDOF удается избежать ошибочного распознавания сужений, вызванного, например, отсутствующей информацией в программе ЧПУ.
CDOF2:	Выключение контроля столкновения для периферийного фрезерования 3D Посредством CDOF2 определяется направление коррекции инструмента из соседних частей кадра. CDOF2 действует только при периферийном фрезеровании 3D и имеет и при всех других режимах обработки (например, торцовое фрезерование 3D) значение, идентичное CDOF.

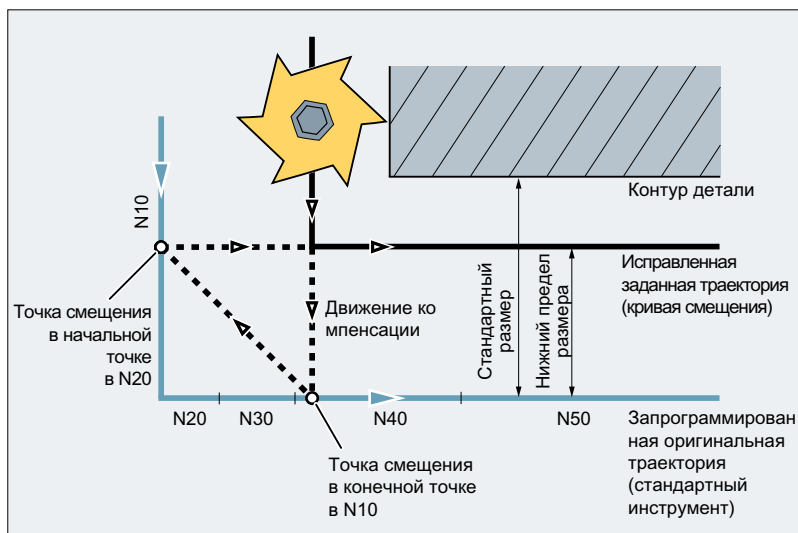
Пример действия контроля столкновений

Программа ЧПУ описывает траекторию центра стандартного инструмента. Контур для используемого на соответствующий момент времени инструмента дает нижний предел размера: он увеличен на следующем изображении для лучшего пояснения геометрических отношений.

Кроме того, в примере СЧПУ осуществляет опережающее рассмотрение только на три кадра.

MD20240 \$MC_CUTCOM_MAXNUM_CHECK_BLOCKS = 3

11.5 Включение/выключение контроля столкновений ("Распознавание бутылочного горлышка") (CDON, CDOF, CDOF2)



Поскольку точка пересечения существует только между кривыми смещения двух кадров N10 и N40, оба кадра N20 и N30 следовало бы исключить. В примере кадр N40 еще не известен СЧПУ, если в заключении должен обрабатываться N10. Тем самым может быть пропущен только один единственный кадр.

При активной CDOF2 выполняется представленное на изображении движение компенсации, остановка нет. В этой ситуации активная CDOF или CDON вызвали бы появление аварийного сообщения.

11.6 Коррекция инструмента 2 1/2 D (CUT2D, CUT2DD, CUT2DF, CUT2DFD)

Коррекция радиуса инструмента 2½ D применяется в том случае, если для обработки наклонных поверхностей выполняется не центровка инструмента, а поворот **заготовки**. Активацию осуществляют командами CUT2D, CUT2DD, CUT2DF или CUT2DFD.

Коррекция длины инструмента

Коррекция длины инструмента всегда вычисляется относительно зафиксированной в пространстве, не повернутой рабочей плоскости.

Коррекция радиуса контурного инструмента 2½ D

Коррекцию радиуса контурного инструмента 2½ D активируют в том случае, если вместе с CUT2D, CUT2DD, CUT2DF или CUT2DFD запрограммирована одна из команд G41 (коррекция радиуса инструмента слева от контура) или G42 (коррекция радиуса инструмента справа от контура). Она служит для автоматического выбора резцов для не вращательно-симметричных инструментов, с помощью которых возможна посегментная обработка отдельных участков контура.

Примечание

При не активной коррекции радиуса инструмента 2½ D поведение контурного инструмента идентично обычному инструменту, состоящему только из первого резца.

Коррекция радиуса инструмента 2½ D относительно дифференциального инструмента

Коррекция радиуса инструмента 2½ D относительно дифференциального инструмента активируется командой CUT2DD или CUT2DFD. Ее следует применять, если контур запрограммирован относительно траектории центра дифференциального инструмента, а обработка осуществляется отличающимся инструментом. В этом случае при расчете коррекции радиуса инструмента 2½ D учитывают только значение износа радиуса активного инструмента (\$TC_DP_15) и, возможно, запрограммированного смещения коррекции инструмента OFFN (Страница 267) и TOFFR (Страница 85). Базовый радиус (\$TC_DP6) активного инструмента **не** учитывается.

Синтаксис

CUT2D
CUT2DD
CUT2DF
CUT2DFD

Объяснение

CUT2D:	Активация коррекции радиуса 2½ D
CUT2DD:	Активация коррекции радиуса 2½ D относительно дифференциального инструмента

CUT2DF:	Активация коррекции радиуса 2½ D, коррекция радиуса инструмента относительно текущего фрейма или наклонной плоскости
CUT2DFD:	Активация коррекции радиуса 2½ D по дифференциальному инструменту относительно текущего фрейма или наклонной плоскости

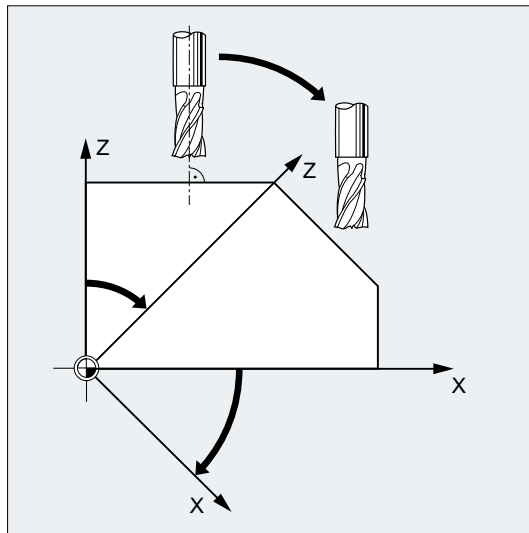
Дополнительная информация

Контурные инструменты

- Разрешение
Деблокирование коррекции радиуса контурного инструмента осуществляется для отдельного канала через:
MD28290 \$MC_MM_SHAPED_TOOLS_ENABLE
- Тип инструмента
Типы контурных инструментов задаются для отдельного канала через:
MD20370 \$MC_SHAPED_TOOL_TYPE_NO
- Резцы
Каждому контурному инструменту в произвольной последовательности можно назначить некоторое количество резцов (D-номера). Максимальное количество резцов на инструмент задается параметром:
MD18106 \$MN_MM_MAX_CUTTING_EDGE_PERTOOL
Первым резцом контурного инструмента является резец, выбираемый при активации инструмента. Если, например, в программе командами T3 D5 активирован пятый резец (D5) третьего инструмента (T3), то D5 и последующие резцы будут определять контурный инструмент либо частично, либо все вместе. Находящиеся перед D5 резцы будут проигнорированы.

Коррекция радиуса инструмента 2½ D без поворота плоскости коррекции (CUT2D, CUT2DD)

В случае программирования фрейма с одним поворотом при выполнении CUT2D или CUT2DD плоскость, в которой происходит коррекция радиуса инструмента (плоскость коррекции), **не поворачивается вместе с ним**. Коррекция радиуса инструмента рассчитывается относительно **не повернутой** рабочей плоскости (G17, G18, G19).
Коррекция длины инструмента работает относительно плоскости коррекции.

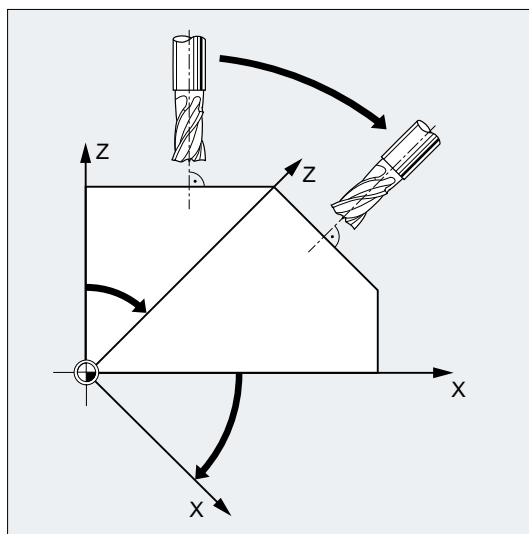


Для обработки наклонных поверхностей значения коррекции инструмента должны быть соответственно определены или вычислены с использованием функционала для "Коррекции длин инструмента для ориентируемых инструментов".

Коррекция радиуса инструмента $2\frac{1}{2} D$ с поворотом плоскости коррекции (CUT2DF, CUT2DFD)

В случае программирования фрейма с одним поворотом при выполнении CUT2DF или CUT2DFD плоскость, в которой происходит коррекция радиуса инструмента (плоскость коррекции), **поворачивается вместе с ним**. Коррекция радиуса инструмента рассчитывается относительно **повернутой** рабочей плоскости (G17, G18, G19). Однако коррекция длин инструмента продолжает действовать относительно **не повернутой** рабочей плоскости.

Условие: Машина должна допускать ориентацию инструмента перпендикулярно повернутой рабочей плоскости и настройку для обработки.



Примечание

Коррекция длин инструмента продолжает действовать относительно не повернутой рабочей плоскости.

Литература

Описание функций "Основные функции"; Коррекция инструмента (W1)

11.7 Постоянная коррекция радиуса инструмента (CUTCONON, CUTCONOF)

Функция "Постоянная коррекция радиуса инструмента" служит для подавления коррекции радиуса инструмента для определенного числа кадров, но при этом как смещение сохраняется образованная через коррекцию радиуса инструмента в предшествующих кадрах разница между запрограммированной и фактически пройденной траекторией центра инструмента. Преимущества этой функции проявляются тогда, когда, к примеру, при строчечном фрезеровании в точках возврата необходимо несколько кадров перемещения, но созданные коррекцией радиуса инструмента контуры (стратегии обхода) являются нежелательными. Она может использоваться независимо от типа коррекции радиуса инструмента (2¹/₂D, торцовое фрезерование 3D, периферийное фрезерование 3D).

Синтаксис

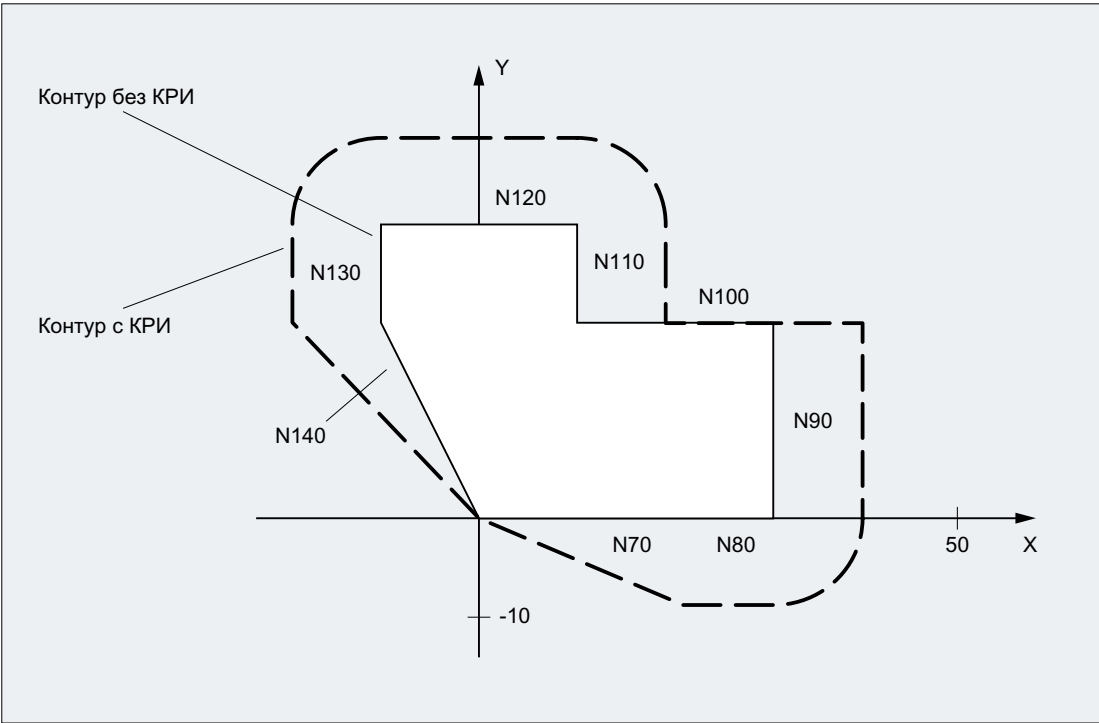
CUTCONON

CUTCONOF

Значение

CUTCONON:	Команда для включения функции "Постоянная коррекция радиуса инструмента"
CUTCONOF:	Команда для выключения функции "Постоянная коррекция радиуса инструмента"

Пример



Программный код	Комментарий
N10	; Определение инструмента d1.
N20 \$TC_DP1[1,1]= 110	; тип
N30 \$TC_DP6[1,1]= 10.	; радиус
N40	
N50 X0 Y0 Z0 G1 G17 T1 D1 F10000	
N60	
N70 X20 G42 NORM	
N80 X30	
N90 Y20	
N100 X10 CUTCONON	; Включение подавления коррекции.
N110 Y30 KONT	; При отключении подавления контура при необходимости вставить обходную окружность.
N120 X-10 CUTCONOF	
N130 Y20 NORM	; Нет обходной окружности при отключении КРИ.
N140 X0 Y0 G40	
N150 M30	

Дополнительная информация

Обычно перед активацией подавления коррекции коррекция радиуса инструмента уже активна, и она еще активна, когда подавление коррекции снова деактивируется. В последнем кадре перемещения перед CUTCONON выполняется движение на точку смещения в конечной точке кадра. Все последующие кадры, в которых активно подавление коррекции, проходятся без коррекции. Но при этом они смещаются на вектор от конечной точки последнего кадра коррекции к его точке смещения. Тип интерполяции этих кадров (линейная, круговая, полиномиальная) может быть любым.

Кадр деактивации подавления коррекции, т.е. кадр, содержащий CUTCONOF, подвергается обычной коррекции. Он начинается в точке смещения стартовой точки. Между конечной точкой предшествующего кадра, т.е. последнего запрограммированного кадра перемещения с активной CUTCONON, и этой точкой вставляется линейный кадр.

Круговые кадры, у которых плоскость окружности стоит вертикально на плоскости коррекции (вертикальные окружности), обрабатываются так, как если бы в них была бы запрограммирована CUTCONON. Эта не явная активация подавления коррекции автоматически отменяется в первом кадре перемещения, содержащим движение перемещения в плоскости коррекции и не являющимся такой окружностью. Вертикальные окружности такого плана могут встречаться только при периферийном фрезеровании.

11.8 Инструменты с релевантным положением резцов

У инструментов с релевантным положением резцов (токарный и шлифовальный инструмент, типы инструмента 400–599; см. главу "Нормирование знака износа") переход с G40 в G41/G42 или наоборот рассматривается как смена инструмента. Это приводит при активной трансформации (к примеру, TRANSMIT) к остановке предварительной обработки (остановка декодирования) и тем самым, при определенных обстоятельствах, к отклонениям от предполагаемого контура детали.

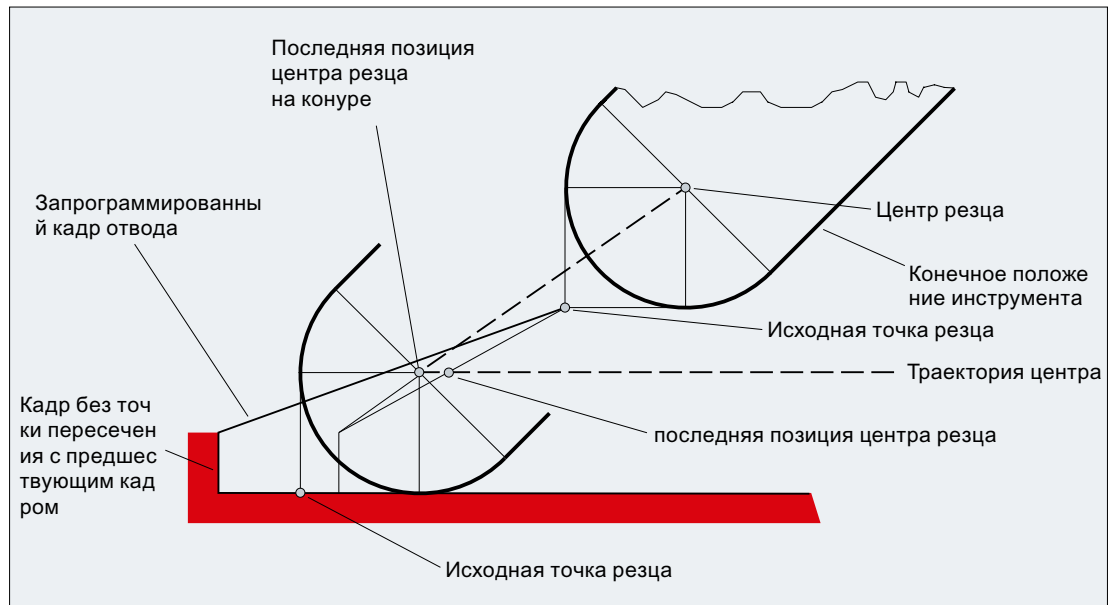
Эта первоначальная функциональность изменяется относительно:

1. Остановка предварительной обработки при TRANSMIT
2. Вычисление точек пересечения при подводе или отводе с KONT
3. Смена инструмента при активной коррекции радиуса инструмента
4. Коррекция радиуса инструмента с переменной ориентацией инструмента при трансформации

Дополнительная информация

Первоначальная функциональность была изменена следующим образом:

- Переход с G40 на G41/G42 и наоборот более не рассматривается как смена инструмента. Поэтому TRANSMIT более не вызывает остановки предварительной обработки.
- Для вычисления точек пересечения с кадром подвода или отвода используется прямая между центрами резцов в начале и конце кадра. Разница между исходной точкой резцов и центром резцов накладывается на это движение. При подводе или отводе с KONT (инструмент обходит точку контура; см. предыдущий раздел "Подвод к контуру и отвод") наложение осуществляется в линейном подкадре движения подвода или отвода. Поэтому геометрические отношения идентичны для инструментов с и без релевантного положения резцов. Отличия от данного поведения возникают только в относительно редких случаях, когда кадр подвода или отвода образует точку пересечения с не соседним кадром перемещения, см. следующий рисунок:



11.8 Инструменты с релевантным положением резцов

- ☐ Смена инструмента при активной коррекции радиуса инструмента, при которой изменяется расстояние между центром резца и исходной точкой резца, в круговых кадрах с кадрах перемещения с рациональными полиномами с номинальным порядком > 4 запрещена. Для других типов интерполяции, смена, в отличии от прежнего состояния, допускается и при активной трансформации (к примеру, TRANSMIT).
- При коррекции радиуса инструмента с переменной ориентацией инструмента трансформация исходной точки резца на центр резца более не может быть реализована через простое смещение нулевой точки. Поэтому инструменты с релевантным положением резцов запрещены при периферийном фрезеровании 3D (ошибка).

Примечание

Тема не является релевантной для торцового фрезерования, так как здесь и раньше допускались только определенные типы инструмента без релевантного положения резцов. (Инструменты с не явно допущенным типом инструмента рассматриваются как сферическая фреза с указанным радиусом. Указание положения резцов игнорируется.)

Параметры движения по траектории

12.1 Точный останов (G60, G9, G601, G602, G603)

Точный останов это режим перемещения, при котором в конце каждого кадра перемещения все участвующие в движении перемещения траекторные оси и дополнительные оси, которые не перемещаются за границы кадров, затормаживаются до состояния покоя.

Точный останов используется тогда, когда необходимо изготовление острых наружных углов или чистовая обработка внутренних углов по размеру.

С помощью критерия точного останова определяется, как точно будет выполнен подвод к угловой точке и когда будет выполнено переключение на следующий кадр:

- "Точный останов точный"
Смена кадра выполняется, как только для всех участвующих в движении перемещения осей достигнуты спец. для осей границы допуска для "Точного останова точного".
"точный останов точный" настраивается через: MD36010
\$MA_STOP_LIMIT_FINE[<ось>]
- "Точный останов грубый"
Смена кадра выполняется, как только для всех участвующих в движении перемещения осей достигнуты спец. для осей границы допуска для "Точного останова грубого".
"точный останов грубый" настраивается через: MD36000
\$MA_STOP_LIMIT_COARSE[<ось>]
- "Завершение интерполятора"
Смена кадра выполняется, как только СЧПУ для всех участвующих в движении перемещения осей вычислила заданную скорость ноль. Фактическая позиция или отклонение, обусловленное запаздыванием, участвующих осей не рассматриваются.

Синтаксис

```
G60 ...
G9 ...
G601/G602/G603 ...
```

Объяснение

G60:	Команда для включения действующего модально точного останова
G9:	Команда для включения действующего покадрово точного останова
G601:	Команда для активации критерия точного останова "Точный останов точный"
G602:	Команда для активации критерия точного останова "Точный останов грубый"
G603:	Команда для активации критерия точного останова "Завершение интерполятора"

Примечание

Команды для активации критериев точного останова (G601 / G602 / G603) действуют только при активной G60 или G9.

Пример

Программный код	Комментарий
N5 G602	; Выбран критерий "Точный останов грубый".
N10 G0 G60 Z...	; Модальный точный останов активен.
N20 X... Z...	; G60 продолжает действовать.
...	
N50 G1 G601	; Выбран критерий "Точный останов точный".
N80 G64 Z...	; Переключение на режим управления траекторией.
...	
N100 G0 G9	; Точный останов действует только в этом кадре.
N110 ...	; Режим управления траекторией снова активен.

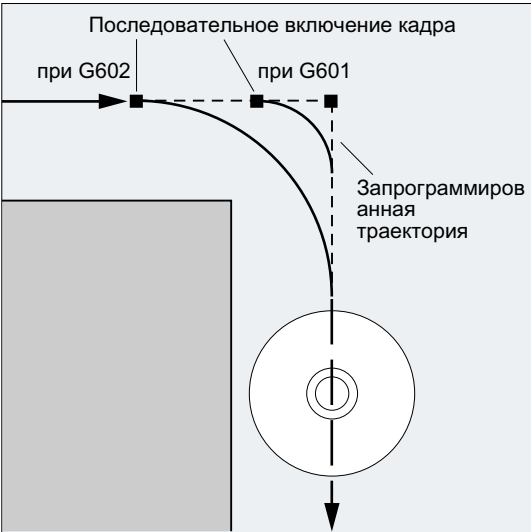
Дополнительная информация

G60, G9

G9 создает в текущем кадре точный останов, G60 – в актуальном кадре и во всех последующих кадрах.

Команды режима управления траекторией G64 или G641 - G645 отключают G60 .

G601, G602



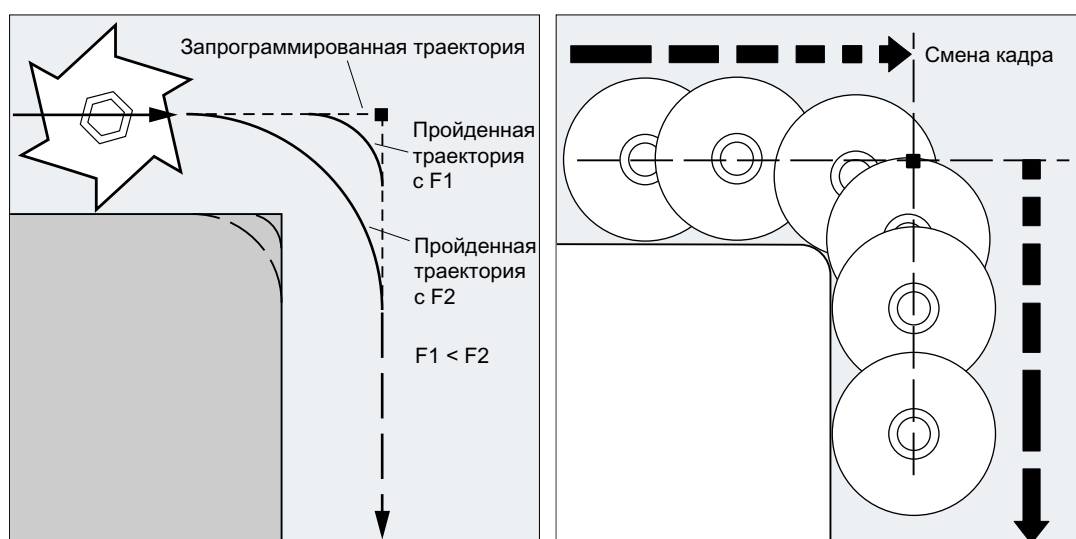
Движение притормаживается и кратковременно останавливается на угловой точке.

Примечание

Устанавливать только необходимую мин. ширину критериев точного останова. Чем ближе друг другу зафиксированы границы, тем дольше длится компенсация положения и переход к заданному конечному положению.

G603

Смена кадра запускается при вычислении СЧПУ заданной скорости для участвующих осей равной нулю. На этот момент времени фактическое значение – в зависимости от динамики и скорости движения по траектории – отстает на участок выбега. Благодаря этому возможна шлифовка углов детали.



Сконфигурированный критерий точного останова

Для G0 и прочих команд 1-й группы G спец. для канала можно зафиксировать, что вместо запрограммированного критерия точного останова автоматически используется предустановленный критерий (см. данные изготовителя станка!).

Литература

Описание функций "Основные функции"; Режим управления траекторией, точный останов, LookAhead (B1)

12.2 Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS)

В режиме управления траекторией скорость движения по траектории на конце кадра для его смены не снижается до скорости, обеспечивающей достижение критерия точного останова. Целью же, напротив, является избежание сильного торможения траекторных осей в точке смены кадра, чтобы перейти в следующий кадр по возможности с той же скоростью движения по траектории. Для достижения этой цели, при выборе режима управления траекторией дополнительно активируется функция "Опережающее управление скоростью (LookAhead)".

Режим управления траекторией с перешлифовкой означает, что ломанные переходы кадров через локальные изменения запрограммированной характеристики делаются тангенциальными или сглаживаются.

Следствием режима управления траекторией являются:

- Закругление контура
- Сокращение времени обработки из-за отсутствия процессов торможения и разгона, необходимых для достижения критерия точного останова.
- Улучшение условий резания благодаря более равномерной эпюре скоростей.

Режим управления траекторией имеет смысл, если:

- Контур должен быть пройден по возможности быстро (к примеру, с ускоренным ходом).
- Точная характеристика в рамках критерия ошибки может отличаться от запрограммированной, чтобы создать непрерывную постоянную характеристику.

Режим управления траекторией не имеет смысла, если:

- Контур должен быть пройден точно.
- Требуется абсолютная стабильность скорости.

Примечание

Режим управления траекторией прерывается кадрами, не явно запускающими остановку предварительной обработки, к примеру, через:

- Обращение к определенным данным состояния станка (\$A...)
 - Вывод вспомогательных функций
-

Синтаксис

```
G64 ...
G641 ADIS=...
G641 ADISPOS=...
G642 ...
G643 ...
G644 ...
G645 ...
```

12.2 Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS)

Значение

G64:	Режим управления траекторией со снижением скорости согласно коэффициенту перегрузки
G641:	Режим управления траекторией с перешлифовкой по критерию пути
ADIS=... :	Критерий пути при G641 для траекторных функций G1, G2, G3, ...
ADISPOS=... :	Критерий пути при G641 для ускоренного хода G0
	Критерий пути (= интервал перешлифовки) ADIS или ADISPOS описывает участок, который кадр перешлифовки может начать самое раннее перед концом кадра или участок после конца кадра, на котором должен быть завершен кадр перешлифовки. Примечание: Если ADIS/ADISPOS не программируется, то действует значение "ноль" и параметры движения как при G64. При коротких путях перемещения интервал перешлифовки уменьшается автоматически (до макс. 36 %).
G642:	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков В этом режиме перешлифовка обычно выполняется с соблюдением макс. допустимой погрешности траектории. Но вместо этого спец. для оси допуска может быть сконфигурировано и соблюдение макс. погрешности контура (допуск контура) или макс. углового отклонения ориентации инструмента (допуск ориентации). Примечание: Расширение на допуск контура и ориентации существует только в системах с имеющейся опцией "Полиномиальная интерполяция".
G643:	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков (внутри кадра) С помощью G643, в отличие от G642, не создается отдельный кадр перешлифовки, а вставляются специфические для осей внутрикадровые движения перешлифовки. Путь перешлифовки может быть различным для каждой оси.
G644:	Режим управления траекторией с перешлифовкой с макс. возможной динамикой Примечание: G644 при активной кинематической трансформации невозможна. Происходит внутреннее переключение на G642.
G645:	Режим управления траекторией с перешлифовкой углов с тангенциальными переходами кадров с соблюдением определенных допусков G645 работает на углах идентично G642. Но с G645 кадры перешлифовки создаются и на тангенциальных переходах кадров только тогда, когда ход изгиба оригинального контура минимум в одной оси имеет скачок.

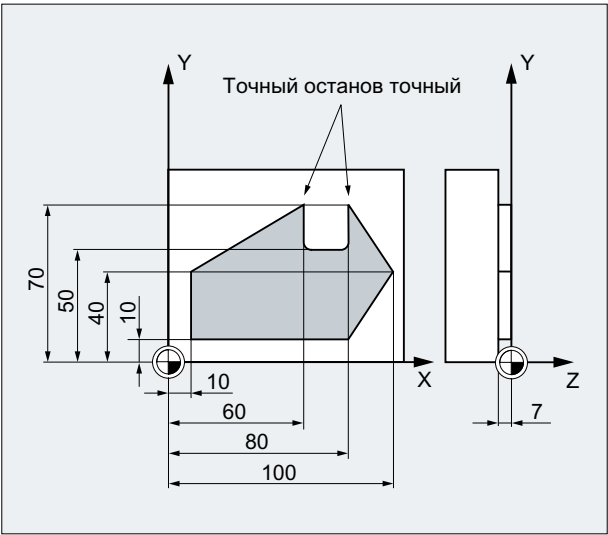
Примечание

Перешлифовка не является заменой для закругления углов (RND). Пользователь не должен предполагать, как будет выглядеть контур внутри зоны перешлифовки. Тип перешлифовки может зависеть и от динамических свойств, к примеру, скорости движения по траектории. Поэтому перешлифовка на контуре имеет смысл только с маленькими значениями ADIS. Если необходимо прохождение определенного контура на углу, то надо использовать RND.

Примечание

Если созданное через G641, G642, G643, G644 или G645 движение перешлифовки прерывается, то при последующем репозиционировании (REPOS) выполняется подвод не к точке прерывания, а к начальной или угловой точке оригинального кадра перемещения (в зависимости от режима REPOS).

Пример



Требуется точный подвод к обоим наружным углам на пазу. Остальной процесс изготовления должен происходить в режиме управления траекторией.

Программный код	Комментарий
N05 DIAMOF	; Радиус как указание размера.
N10 G17 T1 G41 G0 X10 Y10 Z2 S300 M3	; Переход к стартовой позиции, включение шпинделя, коррекция траектории.
N20 G1 Z-7 F8000	; Подача инструмента.
N30 G641 ADIS=0.5	; Зашлифовка переходов контура.
N40 Y40	
N50 X60 Y70 G60 G601	; Точный подвод к позиции с точным остановом точным.
N60 Y50	
N70 X80	
N80 Y70	
N90 G641 ADIS=0.5 X100 Y40	; Зашлифовка переходов контура.
N100 X80 Y10	
N110 X10	
N120 G40 G0 X-20	; Выключение коррекции траектории.
N130 Z10 M30	; Отвод инструмента, конец программы.

Дополнительная информация

Режим управления траекторией G64

В режиме управления траекторией инструмент проходит тангенциальные контурные переходы с возможной постоянной скоростью движения по траектории (без притормаживания на границах кадра). Перед углами и кадрами с точным остановом выполняется опережающее торможение (LookAhead).



Обход углов осуществляется также с постоянной скоростью. Для уменьшения ошибок контура скорость соответственно снижается с учетом предела ускорения и коэффициента перегрузки.

Примечание

Степень шлифовки переходов контура зависит от скорости подачи и коэффициента перегрузки. Коэффициент перегрузки может быть настроен в MD32310 \$MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR.

Через установку MD20490 \$MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS перешлифовка переходов кадров всегда выполняется независимо от установленного коэффициента перегрузки.

Во избежание нежелательной остановки движения по траектории (свободное резание!) следует учитывать следующие моменты:

- Вспомогательные функции, включаемые после окончания движения или перед следующим движением, прерывают режим управления траекторией (исключение: быстрые вспомогательные функции).
- Позиционирующие оси всегда перемещаются по принципу точного останова, окно позиционирования точное (как G601). Если в кадре ЧПУ необходимо ждать позиционирующие оси, то режим управления траекторией траекторных осей прерывается.

Промежуточно запрограммированные кадры только с комментариями, кадрами вычисления или вызовами подпрограмм, напротив, не приводят к помехам.

Примечание

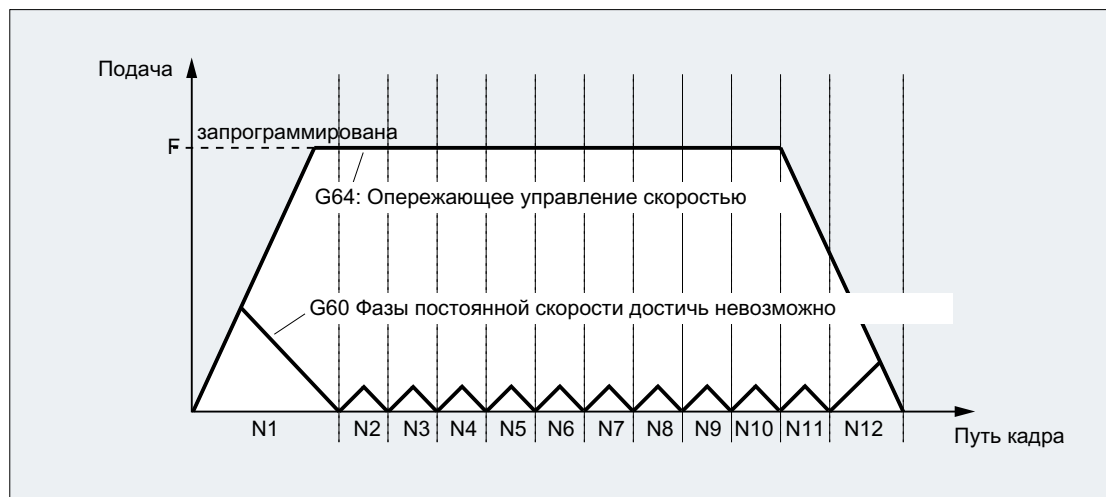
Если не все траекторные оси включены в `FGROUP`, то часто на переходах кадра для не включенных осей происходит скачок скорости, который СЧПУ ограничивает посредством уменьшения скорости на смене кадров до разрешенного через MD32300 `$MA_MAX_AX_ACCEL` и MD32310 `$MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR` значения. Этого притормаживания можно избежать, смягчив заданную связь позиций траекторных осей через перешлифовку.

Опережающее управление скоростью LookAhead

В режиме управления траекторией с СЧПУ заранее автоматически определяет управление скоростью для нескольких кадров ЧПУ. Благодаря этому ускорение и торможение для аппроксимирующих тангенциальных переходов может осуществляться через несколько кадров.

Прежде всего благодаря опережающему управлению скоростью с высокими траекторными подачами можно создавать цепочки движений, которые состоят из коротких сегментов перемещения.

Максимальное количество кадров ЧПУ, на которое может осуществляться опережение, может быть настроено через машинные данные.



Режим управления траекторией с перешлифовкой по критерию пути (G641)

При G641 СЧПУ вставляет переходные элементы на переходах контура. С помощью интервала перешлифовки `ADIS` (или `ADISPOS` при G0) указывается макс. разрешенная зашлифовка углов. В пределах интервала перешлифовки СЧПУ может разрывать траекторную связь и заменять ее на динамически-оптимальный путь.

Недостаток: Для всех осей доступно только одно значение `ADIS`.

G641 действует подобно `RNDM`, но не ограничена осями рабочей плоскости.

Как и G64, G641 работает с опережающим управлением скоростью LookAhead. Подвод к кадрам перешлифовки с сильным изгибом осуществляется с уменьшенной скоростью.

12.2 Режим управления траекторией (G64, G641, G642, G643, G644, G645, ADIS, ADISPOS)

Пример:

Программный код	Комментарий
N10 G641 ADIS=0.5 G1 X... Y...	; Кадр перешлифовки может начинаться самое меньшее за 0,5 мм перед запрограммированным концом кадра и должен заканчиваться через 0,5 мм после конца кадра. Эта настройка действует модально.



Примечание

Перешлифовка не может и не должна подменять функции для определенного сглаживания (RND, RNDM, ASPLINE, BSPLINE, CSPLINE).

Перешлифовка с осевой точностью при G642

При G642 перешлифовка осуществляется не в пределах определенной области ADIS, а соблюдаются определенные с MD33100 \$MA_COMPRESS_POS_TOL осевые допуски. Путь перешлифовки определяется из кратчайшего пути перешлифовки всех осей. Это значение учитывается при создании кадра перешлифовки.

Внутрикадровая перешлифовка при G643

Максимальные отклонения от точного контура устанавливаются при перешлифовке с G643 через машинные данные MD33100 \$MA_COMPRESS_POS_TOL для каждой оси.

С помощью G643 не создается свой кадр перешлифовки, а вставляются специфические для осей внутрикадровые движения перешлифовки. При G643 путь перешлифовки каждой оси может быть различным.

Перешлифовка с допуском контура и ориентации при G642/G643

С помощью MD20480 \$MC_SMOOTHING_MODE перешлифовка с G642 и G643 может быть сконфигурирована таким образом, что вместо специфических для осей допусков будут действовать допуск контура и допуск ориентации.

Допуск контура и ориентации задаются в спец. для канала установочных данных:

SD42465 \$SC_SMOOTH_CONTUR_TOL (макс. погрешность контура)

SD42466 \$SC_SMOOTH_ORI_TOL (макс. угловое отклонение ориентации инструмента)

Установочные данные могут программироваться и программе ЧПУ и тем самым задаваться разными для каждого перехода кадра. Очень разные параметры для допуска контура и допуска ориентации инструмента могут сказываться только при G643.

Примечание

Расширение на допуск контура и ориентации существует только в системах с имеющейся опцией "Полиномиальная интерполяция".

Примечание

Для перешлифовки с соблюдением допуска ориентации, должна быть активна трансформация ориентации.

Перешлифовка с макс. возможной динамикой при G644

Перешлифовка с макс. возможной динамикой конфигурируется в MD20480 \$MC_SMOOTHING_MODE на четвертой позиции:

Значение	Объяснение
0	Задача макс. осевых погрешностей с: MD33100 \$MA_COMPRESS_POS_TOL
1	Задача макс. пути перешлифовки через программирование: ADIS=... или ADISPOS=...
2	Задача макс. возможных частот каждой оси в области перешлифовки с: MD32440 \$MA_LOOKAH_FREQUENCY Область перешлифовки устанавливается таким образом, чтобы при движении перешлифовки не возникали частоты, превышающие заданную макс. частоту.
3	При перешлифовке с G644 не контролируется ни допуск, ни интервал перешлифовки. Каждая ось движется с макс. возможной динамикой вокруг угла. При SOFT соблюдается как макс. ускорение, так и макс. рывок каждой оси. При BRISK рывок не ограничивается, а каждая ось движется с макс. возможным ускорением.

Перешлифовка тангенциальных переходов кадров при G645

Движение перешлифовки при G645 определяется таким образом, что все участвующие оси не получают скачка в ускорении и спараметрированные макс. отклонения от оригинального контура (MD33120 \$MA_PATH_TRANS_POS_TOL) не превышаются.

На ломанных, не тангенциальных переходах кадров характеристика перешлифовки как при G642.

Без промежуточных кадров перешлифовки

В следующих случаях промежуточный кадр перешлифовки не вставляется:

- Между обеими кадрами осуществляется остановка.
Это происходит, если:
 - Вывод вспомогательной функции стоит перед движением в последующем кадре.
 - Последующий кадр не содержит движения по траектории.
 - Для последующего кадра в первый раз ось, которая до этого была позиционирующей осью, перемещается как траекторная ось.
 - Для последующего кадра в первый раз ось, которая до этого была траекторной осью, перемещается как позиционирующая ось.
 - Предшествующий кадр перемещает гео-оси, а последующий кадр нет.
 - Последующий кадр перемещает гео-оси, а предыдущий кадр нет.
 - Перед резьбонарезанием Последующий кадр имеет G33 как функцию перемещения, а предшествующий кадр нет.
 - Осуществляется переключение между BRISK и SOFT.
 - Значимые для трансформации оси не полностью согласованы с движением по траектории (например, при качании, позиционирующие оси).
- Кадр перешлифовки замедлил бы выполнение программы обработки деталей.
Это происходит:
 - Между очень короткими кадрами.
Так как для каждого кадра необходимо минимум один такт интерполятора, то вставленный промежуточный кадр удвоил бы время обработки.
 - Если переход кадра с G64 (режим управления траекторией без перешлифовки) может быть пройден без уменьшения скорости.
Перешлифовка увеличила бы время обработки. Т. е. значение разрешенного коэффициента перегрузки (MD32310 \$MA_MAX_ACCEL_OVL_FACTOR) влияет на то, будет ли выполнена перешлифовка перехода кадра или нет. Коэффициент перегрузки учитывается только при перешлифовке с G641 / G642. При перешлифовке с G643 коэффициент перегрузки не имеет влияния (такое поведение может быть установлено и для G641 и G642, для этого установить MD20490 \$MC_IGNORE_OVL_FACTOR_FOR_ADIS = TRUE).

- Перешлифовка не спараметрирована.
Это происходит, если:
 - При G641 в кадрах G0 ADISPOS=0 (предустановка!).
 - При G641 не в кадрах G0 ADIS=0 (предустановка!).
 - При G641 на переходе между G0 и не G0 или не G0 и G0 действует меньшее значение из ADISPOS и ADIS.
 - При G642/G643 все специфические для осей допуски равны нулю.
- Кадр не содержит движения перемещения (нулевой кадр).
Это происходит, если:
 - Активны синхронные действия.
Обычно нулевые кадры удаляются интерпретатором. Но если синхронные действия активны, то этот нулевой кадр вставляется в цепочку и выполняется. При этом запускается точный останов согласно активному программированию. Тем самым синхронное действие должно получить возможность для переключения.
 - Через переходы в программе создаются нулевые кадры.

Режим управления траекторией при ускоренном ходе G0

И для движения ускоренным ходом должна быть указана одна из названных функций G60/G9 или G64 или G641 - G645. В иных случаях действует введенная через машинные данные предустановка.

Литература

Дополнительную информацию по режиму управления траекторией см.:
Описание функций "Основные функции"; Режим управления траекторией, точный останов, LookAhead (B1)

Трансформации координат (фреймы)

13.1 Фреймы

Фрейм

Фрейм это автономное правило вычисления, которое переводит одну декартову систему координат в другую декартову систему координат.

Базовый фрейм (базовое смещение)

Базовый фрейм описывает трансформацию координат из базовой кинематической системы (BKS) в базовую систему нулевой точки (BNS) и действует как устанавливаемые фреймы.

См. Базовая кинематическая система (BKS) (Страница 30).

Устанавливаемые фреймы

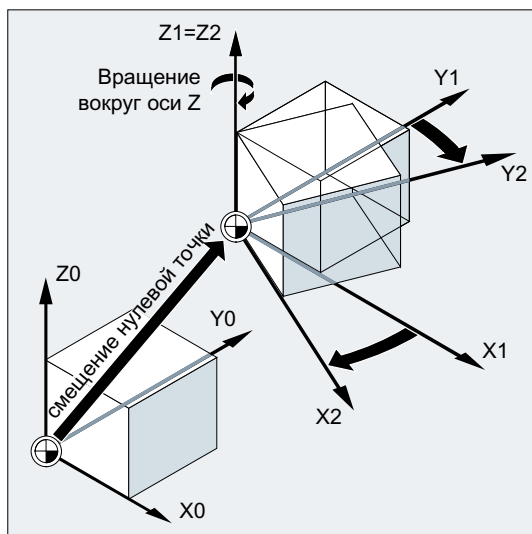
Устанавливаемые фреймы это вызываемые с помощью команд G54 до G57 и G505 до G599 из любой программы ЧПУ устанавливаемые смещения нулевой точки. Значения смещения предварительно устанавливаются оператором и сохраняются в памяти нулевой точки СЧПУ. С их помощью определяется настраиваемая система нулевой точки (ENS).

См.:

- Настраиваемая система нулевой точки (ENS) (Страница 33)
- Устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599, G53, G500, SUPA, G153) (Страница 153)

Программируемые фреймы

Иногда имеет смысл или требуется переместить в программе ЧПУ первоначально выбранную систему координат детали (или "Настраиваемую систему нулевой точки") на другую позицию и при необходимости повернуть, отразить и/или масштабировать. Это осуществляется через программируемые фреймы.



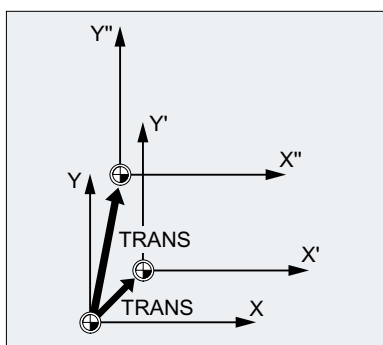
См. Фрейм-операторы (Страница 329).

13.2 Фрейм-операторы

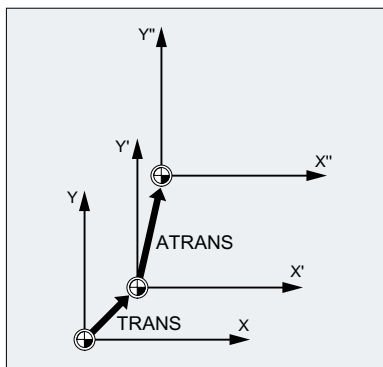
Функция

Операторы для программируемых фреймов действуют в актуальной программе ЧПУ. Они действуют либо аддитивно, либо как замещение:

- **Замещающий оператор**
Удаляет все запрограммированные прежде фрейм-операторы. Исходной точкой служит последнее настраиваемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599).

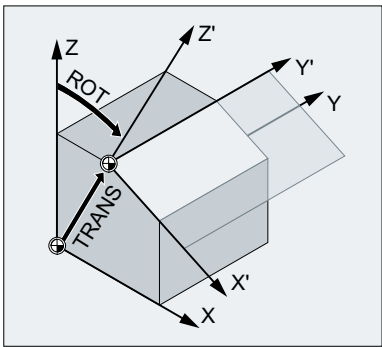


- **Аддитивный оператор**
Устанавливается на уже существующий фрейм. Исходной точкой служит актуальная установленная или последняя запрограммированная через фрейм-оператор нулевая точка детали.



Пример использования

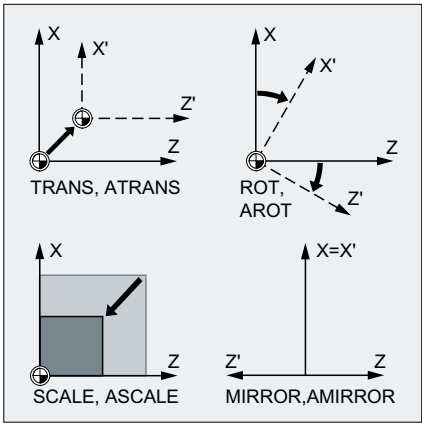
1. Смещение нулевой точки системы координат детали (WCS).
2. Поворот системы координат детали (WCS) для выравнивания плоскости параллельно нужной рабочей плоскости.

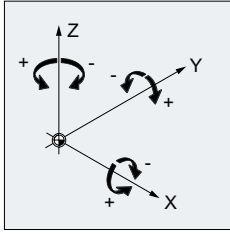


Синтаксис

Замещающие операторы	Аддитивные операторы
TRANS X... Y... Z...	ATrans X... Y... Z...
ROT X... Y... Z...	AROT X... Y... Z...
ROT RPL=...	AROT RPL=...
ROTS/CROTS X... Y...	AROTS X... Y...
SCALE X... Y... Z...	ASCALE X... Y... Z...
MIRROR X0/Y0/Z0	AMIRROR X0/Y0/Z0

Объяснение



TRANS/ATRANS:	Смещение WCS в направлении указанной гео-оси(ей)	
ROT/AROT:	Вращение WCS: • через соединение отдельных вращений вокруг указанной гео-оси(ей) или • на угол RPL=... в актуальной рабочей плоскости (G17/G18/G19)	
	Направление вращения:	
	Последовательность вращений:	с представлением RPY: Z, Y', X''
		с углом Эйлера: Z, X', Z''
	Диапазон значений:	Углы поворота определены однозначно только в следующих диапазонах:
		с представлением RPY:
		-180 ≤ x ≤ 180
		-90 < y < 90
		-180 ≤ z ≤ 180
ROTS/AROTS:	Вращение WCS через указание пространственных углов Ориентация плоскости в пространстве однозначно определена через указание двух пространственных углов. Поэтому может быть запрограммировано макс. 2 пространственных угла: ROTS/AROTS X... Y... / Z... X... / Y... Z...	с углом Эйлера:
		0 ≤ x < 180
		-180 ≤ y ≤ 180
		-180 ≤ z ≤ 180
CROTS:	CROTS действует как ROTs, но относится к действующему фрейму в системе УД.	
SCALE/ASCALE:	Масштабирование в направлении указанной гео-оси(ей) для увеличения/уменьшения контура	
MIRROR/AMIRROR:	Отражение WCS через отражение (перемена направления) указанной гео-оси	
	Значение:	выбирается свободно (здесь: "0")

Граничные условия

- Фрейм-операторы нужно программировать в отдельном кадре ЧПУ.
- Фрейм-операторы могут использоваться по отдельности или произвольно комбинироваться друг с другом.

13.2 Фрейм-операторы

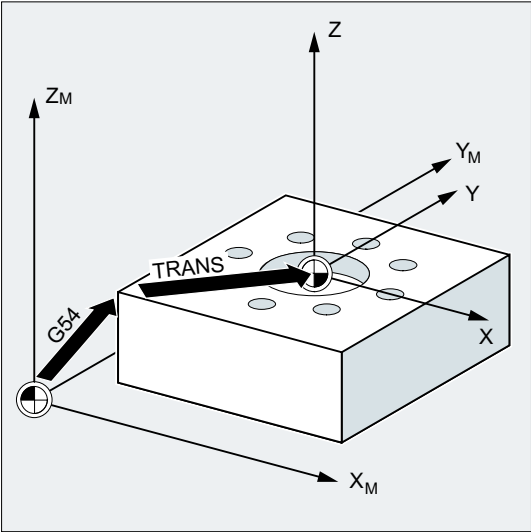
- Фрейм-операторы выполняются в запрограммированной последовательности.
- Аддитивные операторы часто используются в подпрограммах. Определенные в главной программе базовые операторы сохраняются после завершения подпрограммы, если подпрограмма была запрограммирована с атрибутом SAVE.

13.3 программируемое смещение нулевой точки (TRANS, ATRANS)

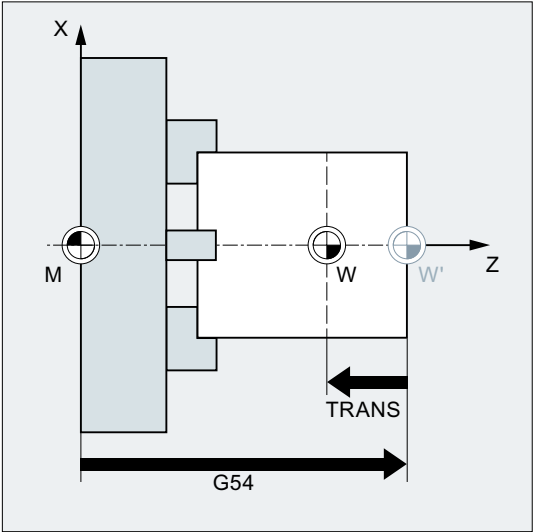
С помощью команды TRANS выполняется абсолютное смещение WCS от системы ENS, созданной через настраиваемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599).

С помощью команды ATRANS выполняется аддитивное смещение WCS, созданной через TRANS.

Фрезерование:



Токарная обработка:



Синтаксис

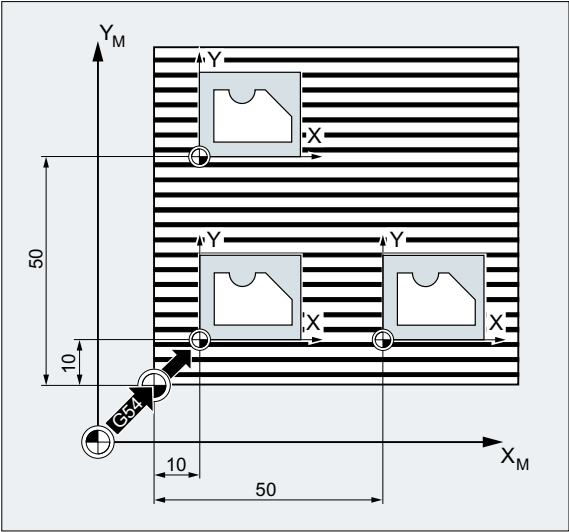
TRANS X... Y... Z...
ATrans X... Y... Z...

Объяснение

TRANS:	Абсолютное смещение WCS от нулевой точки детали (ENS), установленной через настраиваемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599)	
	Автономно в кадре:	да
ATrans:	Аддитивное смещение нулевой точки WCS от нулевой точки детали, установленной через TRANS	
	Автономно в кадре:	да
X... Y... Z...:	Значения смещения в направлении указанных гео-осей	

Примеры

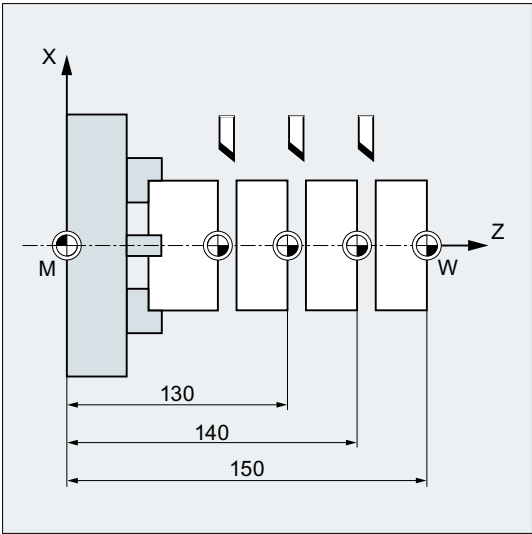
Пример 1: Фрезерная обработка



У этой детали показанные формы встречаются несколько раз в одной программе.
Последовательность обработки для этой формы зафиксирована в подпрограмме.
Через смещение нулевой точки устанавливаются соответствующие требуемые нулевые точки детали и после вызывается подпрограмма.

Программный код	Комментарий
N10 G1 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 G0 X0 Y0 Z2	; движение к стартовой точке
N30 TRANS X10 Y10	; Абсолютное смещение
N40 L10	; Вызов подпрограммы
N50 TRANS X50 Y10	; Абсолютное смещение
N60 L10	; Вызов подпрограммы
N70 M30	; конец программы

Пример 2: Токарная обработка



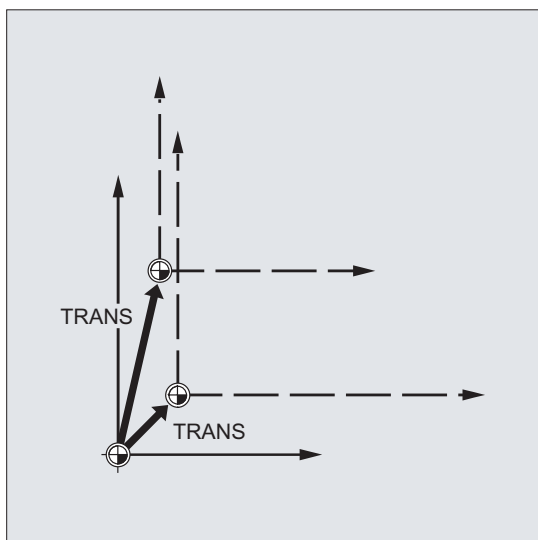
Программный код	Комментарий
...	
N10 TRANS X0 Z150	; Абсолютное смещение
N15 L20	; Вызов подпрограммы
N20 TRANS X0 Z140 (или ATRANS Z-10)	; Абсолютное смещение
N25 L20	; Вызов подпрограммы
N30 TRANS X0 Z130 (или ATRANS Z-10)	; Абсолютное смещение
N35 L20	; Вызов подпрограммы
...	

Дополнительная информация

TRANS X... Y... Z...

Смещение нулевой точки на запрограммированные в соответствующих указанных осевых направлениях (траекторные, синхронные и позиционирующие оси) значения смещения. Исходной точкой служит последнее указанное устанавливаемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599).

ВНИМАНИЕ
Не исходный фрейм
Команда TRANS сбрасывает все фрейм-компоненты установленного до этого программируемого фрейма.

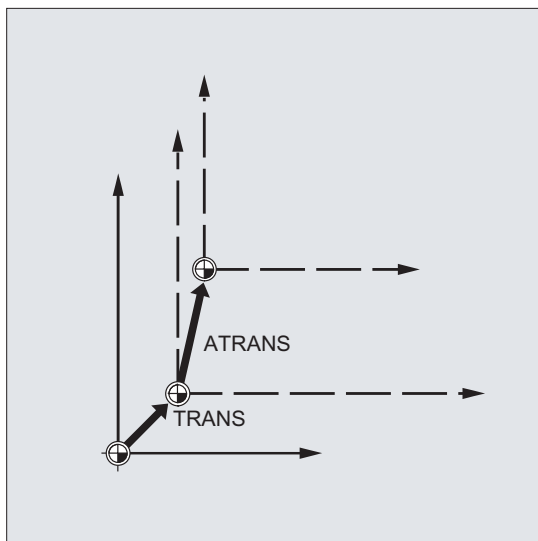


Примечание

Смещение, надстраиваемое на уже существующие фреймы, должно быть запрограммировано с ATRANS.

ATrans X... Y... Z...

Смещение нулевой точки на запрограммированные в соответствующих указанных осевых направлениях значения смещения. Исходной точкой служит актуальная установленная или последняя запрограммированная нулевая точка.



13.4 Программируемое смещение нулевой точки (G58, G59)

Примечание

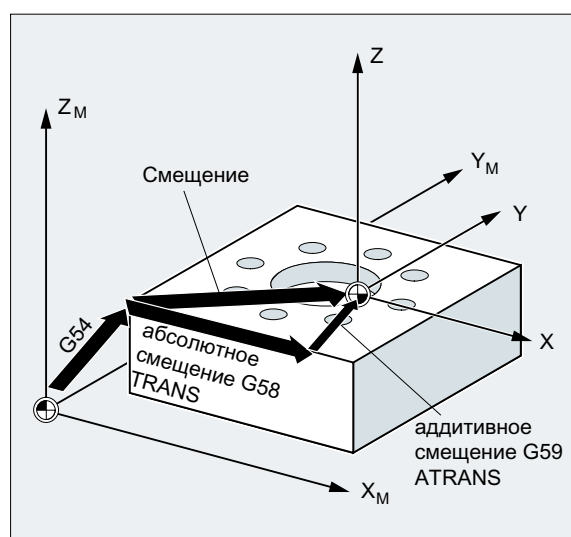
У SINUMERIK 828D функциональность команд G58/G59 отличается от таковой у SINUMERIK 840D sl:

- G58: Вызов 5-го настраиваемого смещения нулевой точки (соответствует команде G505 у SINUMERIK 840D sl)
- G59: Вызов 6-го настраиваемого смещения нулевой точки (соответствует команде G506 у SINUMERIK 840D sl)

Поэтому следующее описание G58/G59 действительно только для SINUMERIK 840D sl.

С помощью функций G58 и G59 может быть осуществлено осевое замещение долей программируемого смещения нулевой точки (TRANS/ATRANS) (Страница 333):

- G58: абсолютная доля смещения (грубое смещение)
- G59: аддитивная доля смещения (точное смещение)



Условия

Функции G58 и G59 могут использоваться только при сконфигурированном точном смещении (MD24000 \$MC_FRAME_ADD_COMPONENTS = 1).

Синтаксис

G58 <ось_1><значение_1> ... <ось_3><значение_3>
 G59 <ось_1><значение_1> ... <ось_3><значение_3>

Объяснение

G58:	G58 заменяет абсолютную долю смещения программируемого смещения нулевой точки для указанной оси, аддитивно запрограммированное смещение сохраняется. Исходной точкой служит последнее настраиваемое смещение нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599).
	Автономно в кадре: да
G59:	G59 заменяет аддитивную долю смещения программируемого смещения нулевой точки для указанной оси, абсолютно запрограммированное смещение сохраняется.
	Автономно в кадре: да
<ось _n>:	Геометрическая ось в канале
<значение _n>:	Значения смещения в направлении указанных геометрических осей

Пример

Программный код	Комментарий
...	
N50 TRANS X10 Y10 Z10	; Абсолютная доля смещения X10 Y10 Z10
N60 ATRANS X5 Y5	; Аддитивная доля смещения X5 Y5 → Общее смещение: X15 Y15 Z10
N70 G58 X20	; абсолютная доля смещения X20 → Общее смещение X25 Y15 Z10
N80 G59 X10 Y10	; Аддитивная доля смещения X10 Y10 → Общее смещение X30 Y20 Z10
...	

Дополнительная информация

Абсолютная доля смещения (**грубое смещение**) изменяется через следующие команды:

- TRANS
- G58
- CTRANS
- CFINE
- \$P_PFRAME [x, TR]

Аддитивная доля смещения (**точное смещение**) изменяется через следующие команды:

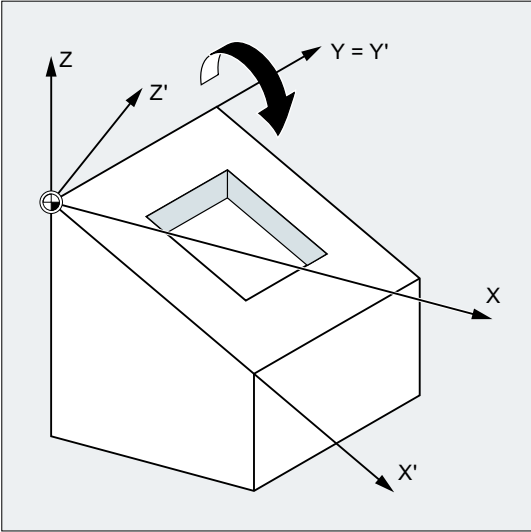
- ATRANS
- G59
- CTRANS
- CFINE
- \$P_PFRAME [X, FI]

Примеры

Команда	Грубое смещение V_C	Точное смещение V_F
TRANS X10	$V_C = 10$	Без изменений
G58 X10	$V_C = 10$	Без изменений
\$P_PFRAME[X, TR] = 10	$V_C = 10$	Без изменений
ATRANS X10	Без изменений	$V_F = V_F + 10$
G59 X10	Без изменений	$V_F = 10$
\$P_PFRAME[X, FI] = 10	Без изменений	$V_F = 10$
CTRANS (X, 10)	$V_C = 10$	$V_F = 0$
CTRANS ()	$V_C = 0$	$V_F = 0$
CFINE (X, 10)	$V_C = 0$	$V_F = 10$

13.5 Программируемое вращение (ROT, AROT, RPL)

С помощью команд ROT / AROT возможен поворот системы координат детали в пространстве. Команды относятся только к программируемому фрейму \$P_PFRAME.



Синтаксис

```
ROT <1-я гео-ось><угол> <2-я гео-ось><угол> <3-я гео-ось><угол>  
ROT RPL=<угол>  
AROT <1-я гео-ось><угол> <2-я гео-ось><угол> <3-я гео-ось><угол>  
AROT RPL=<угол>
```

Примечание
Угол Эйлера

Вращения системы координат детали выполняются через угол Эйлера. Подробное описание см.:

Литература
Описание функций - Основные функции; глава "Оси, системы координат, фреймы (K2)"
> "Фреймы" > "Фрейм-компоненты" > "Вращение ..."

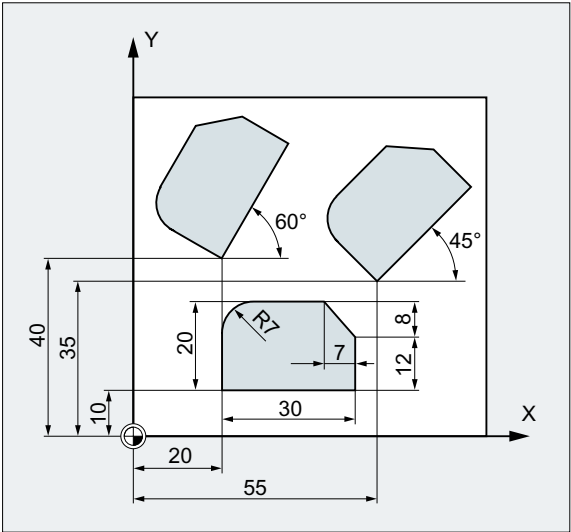
Значение

ROT:	Абсолютное вращение	
	Исходный фрейм:	Программируемый фрейм \$P_PFRAME
	Исходная точка:	Нулевая точка актуальной установленной с G54 ... G57, G505 ... G599 системы координат детали

AROT:	Аддитивное вращение	
	Исходный фрейм:	Программируемый фрейм \$P_PFRAME
	Исходная точка:	Нулевая точка актуальной установленной с G54 ... G57, G505 ... G599 системы координат детали
<n-ная гео-ось>:	Идентификатор n-ной гео-оси, вокруг которой должен быть выполнен поворот на указанный угол. Для не запрограммированной гео-оси в качестве угла поворота не явно устанавливается значение 0°.	
RPL:	Поворот вокруг расположенной вертикально к активной плоскости (G17, G18, G19) гео-оси на указанный угол	
	Исходный фрейм:	Программируемый фрейм \$P_PFRAME
	Исходная точка:	Нулевая точка актуальной установленной с G54 ... G57, G505 ... G599 системы координат детали
<угол>	Указание угла в градусах	
	Диапазон значений:	-360° ≤ угол ≤ 360°

Примеры

Пример 1: Вращение в плоскости G17



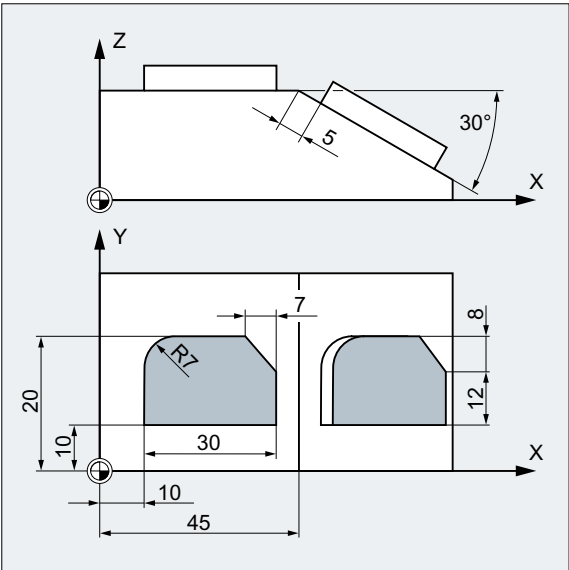
У этой детали показанные формы встречаются несколько раз в одной программе. Дополнительно к смещению нулевой точки должны быть осуществлены вращения, так как формы расположены не параллельно осям.

Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 TRANS X20 Y10	; Абсолютное смещение
N30 L10	; Вызов подпрограммы
N40 TRANS X55 Y35	; Абсолютное смещение

13.5 Программируемое вращение (ROT, AROT, RPL)

Программный код	Комментарий
N50 AROT RPL=45	; Аддитивный поворот вокруг расположенной вертикально к плоскости G17
	; оси Z на 45°
N60 L10	; Вызов подпрограммы
N70 TRANS X20 Y40	; Абсолютное смещение
	; (сбрасывает все предыдущие смещения)
N80 AROT RPL=60	; Аддитивный поворот вокруг расположенной вертикально к плоскости G17
	; оси Z на 60°
N90 L10	; Вызов подпрограммы
N100 G0 X100 Y100	; Отвод
N110 M30	; конец программы

Пример 2: Вращение в пространстве вокруг оси Y

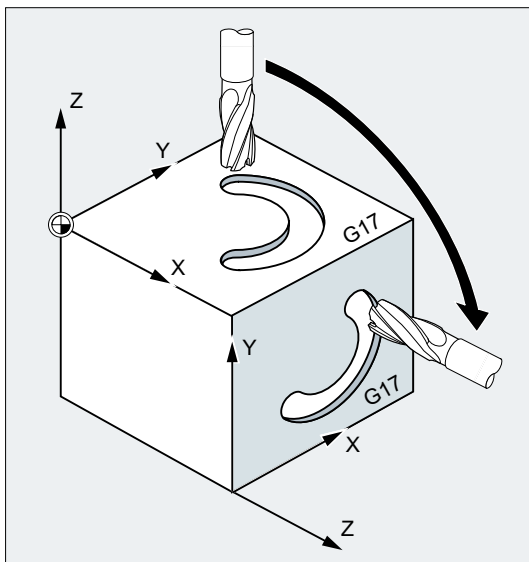


В этом примере в одном зажиме должны быть обработаны параллельные осям и наклонные поверхности детали.

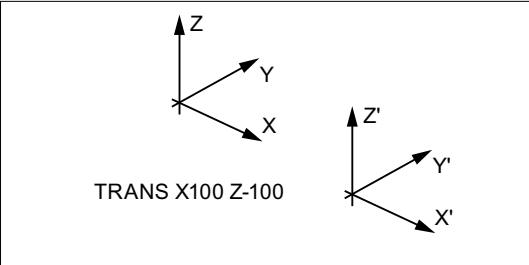
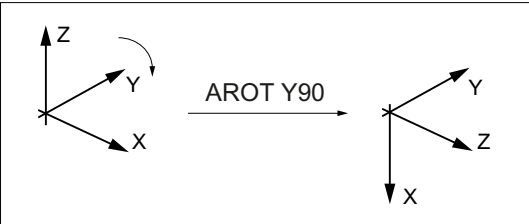
Условие:
Инструмент должен быть точно установлен вертикально к наклонной плоскости в повернутом направлении Z.

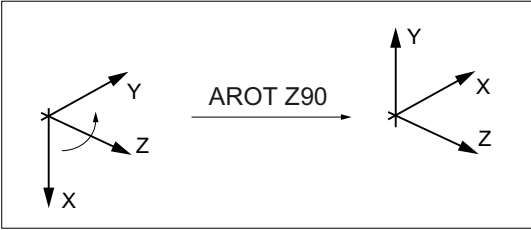
Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 TRANS X10 Y10	; Абсолютное смещение
N30 L10	; Вызов подпрограммы
N40 ATRANS X35	; Аддитивное смещение
N50 AROT Y30	; Аддитивное вращение вокруг оси Y
N60 ATRANS X5	; Аддитивное смещение
N70 L10	; Вызов подпрограммы
N80 G0 X300 Y100 M30	; отвод, конец программы

Пример 3: Многосторонняя обработка



В этом примере в двух расположенных вертикально друг к другу поверхностях детали через подпрограммы изготавливаются идентичные формы. В новой системе координат на правой поверхности детали направление подачи, рабочая плоскость и нулевая точка установлены как в верхней поверхности. При этом дальше действуют необходимые для выполнения подпрограммы условия: рабочая плоскость G17, плоскость координат X/Y, направление подачи Z.

Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 L10	; Вызов подпрограммы
N30 TRANS X100 Z-100	; Абсолютное смещение WCS
	
N40 AROT Y90	; Аддитивный поворот WCS вокруг Y на 90°
	

Программный код	Комментарий
N50 AROT Z90	; Аддитивный поворот WCS вокруг Z на 90°
	
N60 L10	; Вызов подпрограммы
N70 G0 X300 Y100 M30	; отвод, конец программы

Дополнительная информация

Вращение в активной плоскости

При программировании с помощью RPL=... WCS поворачивается вокруг расположенной вертикально к активной плоскости оси.

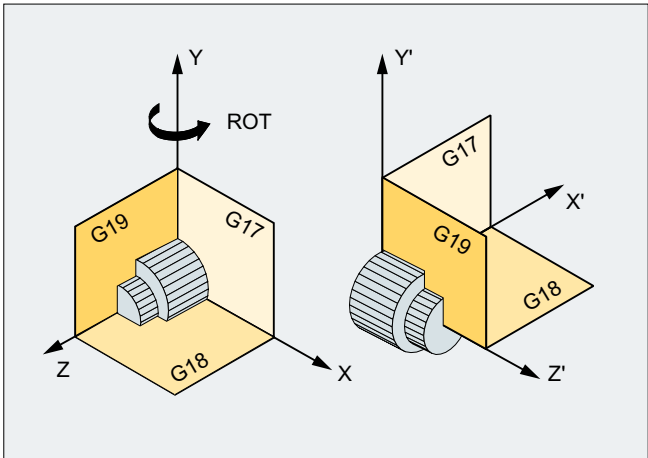
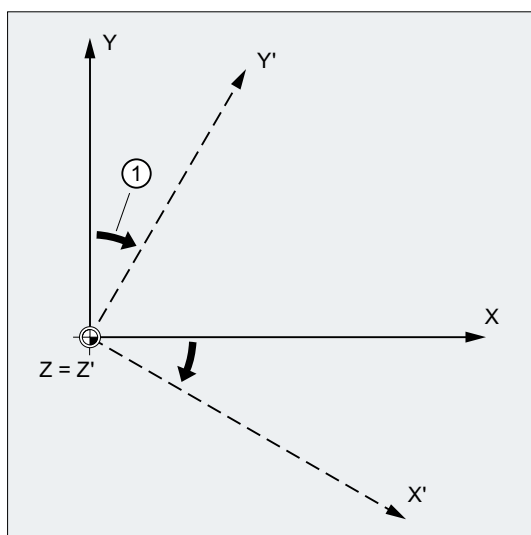


Рисунок 13-1 Вращение вокруг оси Y или в плоскости G18

⚠ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
Смена плоскостей Если после вращения программируется смена плоскостей (G17, G18, G19), то текущие углы поворота соответствующих осей сохраняются и действуют и в новой плоскости. Поэтому настоятельно рекомендуется перед сменой плоскостей сбросить текущие углы поворота на 0: • N100 ROT X0 Y0 Z0 ; явное программирование угла • N100 ROT ; не явное программирование угла

Абсолютное вращение с ROT X... Y... Z...

WCS поворачивается вокруг указанных осей на запрограммированный угол поворота.

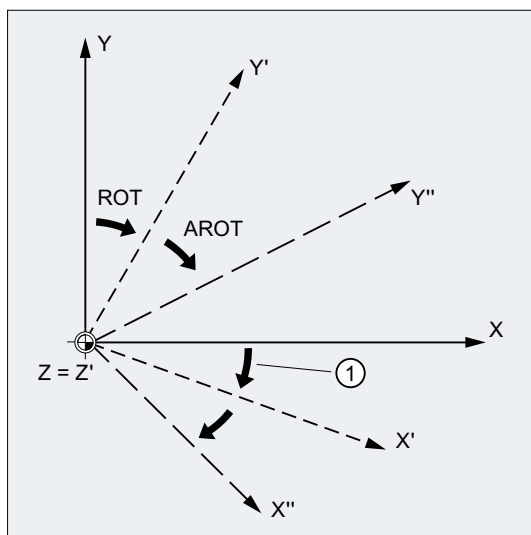


① Угол поворота

Рисунок 13-2 Абсолютное вращение вокруг оси Z

Аддитивное вращение с AROT X... Y... Z...

WCS продолжает вращение вокруг указанных осей на запрограммированный угол поворота.



① Угол поворота

Рисунок 13-3 Абсолютное и аддитивное вращение вокруг оси Z

Вращение рабочей плоскости

При вращении с ROT / AROT также поворачивается и рабочая плоскость (G17, G18, G19).

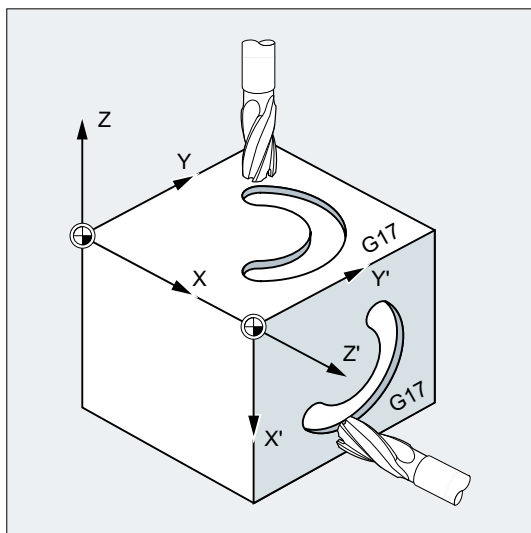
Пример: Рабочая плоскость G17

WCS лежит на торце детали. Посредством смещения и вращения система координат смещается в одну из боковых поверхностей. Рабочая плоскость G17 также вращается. Тем самым движения перемещения в плоскости G17 могут и дальше программироваться через X и Y, а подачи через Z.

Условие:

Инструмент должен располагаться вертикально к рабочей плоскости, положительное направление оси подачи показывает в направлении зажима инструмента.

Посредством указания CUT2DF коррекция на радиус инструмента действует в повернутой плоскости.



13.6 Программируемые вращения фреймов с пространственными углами (ROTS, AROTS, CROTS)

С помощью команд `ROTS`, `AROTS` и `CROTS` вращения систем координат детали могут указываться в пространственных углах. Пространственные углы это углы, которые образуют прямые пересечения желаемой, повернутой в пространстве плоскости, с главными плоскостями еще не повернутой WCS.

Примечание

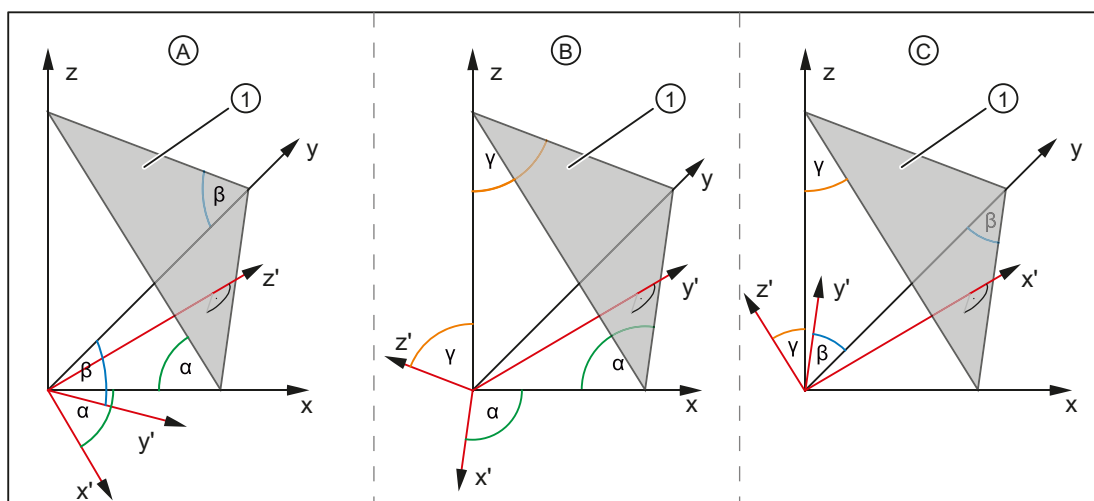
Идентификаторы гео-осей

В качестве примера для дальнейшего описания используется следующее определение:

- 1-я гео-ось: X
 - 2-я гео-ось: Y
 - 3-я гео-ось: Z
-

Из примера на рисунке ниже следует, что программирование `ROTS X $\alpha$  Y $\beta$` вызывает точную установку плоскости G17 WCS параллельно представленной наклонной плоскости. При этом положение нулевой точки WCS остается неизменным.

Ориентация повернутой WCS устанавливается таким образом, что первая повернутая ось лежит в плоскости, образуемой этой и 3-й осью исходной системы координат. В примере: X' лежит в исходной плоскости X/Z.



① Наклонная плоскость

α, β, γ Пространственный угол

A Точная установка плоскости G17 параллельно наклонной плоскости:

- 1-е вращение
Поворот x вокруг y на угол $\alpha \Rightarrow$
ось x' параллельно наклонной плоскости
- 2-е вращение
Поворот y' вокруг x' на $\beta \Rightarrow$
ось y' параллельно наклонной плоскости
ось $\Rightarrow z'$ вертикально к наклонной плоскости
 $\Rightarrow$ G17 параллельно наклонной плоскости

B Точная установка плоскости G18 параллельно наклонной плоскости:

- 1-е вращение
Поворот z вокруг x на угол $\gamma \Rightarrow$
ось z' параллельно наклонной плоскости
- 2-е вращение
Поворот x' вокруг z' на угол $\alpha \Rightarrow$
ось x' параллельно наклонной плоскости
ось $\Rightarrow y'$ вертикально к наклонной плоскости
 $\Rightarrow$ G18 параллельно наклонной плоскости

C Точная установка плоскости G19 параллельно наклонной плоскости:

- 1-е вращение
Поворот y вокруг z на угол $\beta \Rightarrow$
ось y' параллельно наклонной плоскости
- 2-е вращение
Поворот z' вокруг y' на угол $\gamma \Rightarrow$
ось z' параллельно наклонной плоскости
ось $\Rightarrow x'$ вертикально к наклонной плоскости
 $\Rightarrow$ G19 параллельно наклонной плоскости

Синтаксис

Определения

Положение плоскости в пространстве однозначно определено через два пространственных угла. Указание третьего пространственного угла привело бы к переопределению плоскости. Это не допускается.

При программировании только одного пространственного угла выполняется поворот WCS, идентичный ROT, AROT (см. главу "Программируемое вращение (ROT, AROT, RPL) (Страница 340)").

Через обе запрограммированные оси плоскость устанавливается согласно определению областей для G17, G18, G19. Это устанавливает последовательность осей координат (1-я ось / 2-я ось плоскости) или последовательность поворотов на пространственный угол:

Плоскость	1-я ось	2-я ось
G17	X	Y
G18	Z	X
G19	Y	Z

Установка плоскости G17 $\Rightarrow$ пространственный угол для X и Y

- 1-е вращение: X вокруг Y на угол α
- 2-е вращение: Y вокруг X' на угол β
- Ориентация: X' лежит в исходной плоскости Z/X.

ROTS X< α > Y< β >

AROTS X< α > Y< β >

CROTS X< α > Y< β >

Установка плоскости G18 $\Rightarrow$ пространственный угол для Z и X

- 1-е вращение: Z вокруг X на угол γ
- 2-е вращение: X вокруг Z' на угол α
- Ориентация: Z' лежит в исходной плоскости Y/Z.

ROTS Z< γ > X< α >

AROTS Z< γ > X< α >

CROTS Z< γ > X< α >

Установка плоскости G19 $\Rightarrow$ пространственный угол для Y и Z

- 1-е вращение: Y вокруг Z на угол β
- 2-е вращение: Z вокруг Y' на угол γ
- Ориентация: Y' лежит в исходной плоскости X/Y.

ROTS Y< β > Z< γ >

AROTS Y< β > Z< γ >

CROTS Y< β > Z< γ >

Объяснение

ROTS:	Абсолютные вращения фреймов с пространственными углами, исходный фрейм: программируемый фрейм \$P_PFRAME
AROTS:	Аддитивные вращения фреймов с пространственными углами; исходный фрейм: программируемый фрейм \$P_PFRAME
CROTS:	Абсолютные вращения фреймов с пространственными углами, исходный фрейм: запрограммированный фрейм \$P_...
X, Y, Z:	идентификаторы гео-осей (см. указание выше: Идентификаторы гео-осей)
α, β, γ :	пространственный угол относительно соответствующей гео-оси: • $\alpha \rightarrow X$ • $\beta \rightarrow Y$ • $\gamma \rightarrow Z$

13.7 Программируемый коэффициент масштабирования (SCALE, ASCALE)

Со SCALE/ASCALE для всех траекторных, синхронных и позиционирующих осей могут быть запрограммированы коэффициенты масштабирования для увеличения или уменьшения в направлении соответствующих указанных осей. Благодаря этому можно учитывать схожие геометрические формы или различные размеры усадки при программировании.

Синтаксис

SCALE X... Y... Z...
ASCALE X... Y... Z...

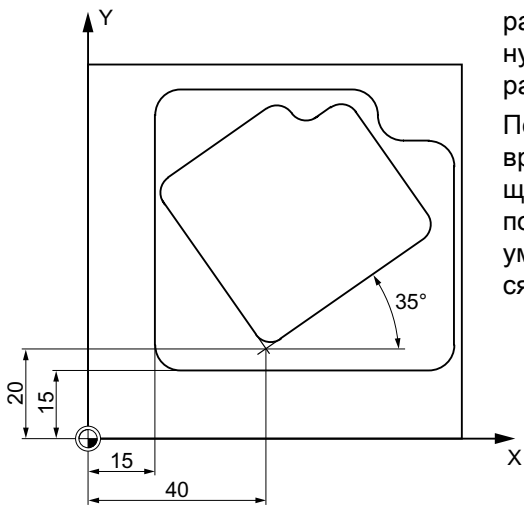
Примечание

Каждый фрейм-оператор программируется в отдельном кадре ЧПУ.

Значение

SCALE:	Абсолютное увеличение/уменьшение, относительно актуальной действующей, установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599, системы координат
ASCALE:	Аддитивное увеличение/уменьшение, относительно актуальной действующей, установленной или запрограммированной системы координат
X... Y... Z...:	Коэффициенты масштабирования в направлении указанных гео-осей

Пример



У этой детали оба кармана встречаются два раза, но с различными размерами и повернутые друг к другу. Последовательность обработки зафиксирована в подпрограмме. Посредством смещения нулевой точки и вращения устанавливаются соответствующие необходимые нулевые точки детали, посредством масштабирования контур уменьшается и после этого снова вызывается подпрограмма.

Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали
N20 TRANS X15 Y15	; Абсолютное смещение
N30 L10	; Изготовление большого кармана
N40 TRANS X40 Y20	; Абсолютное смещение
N50 AROT RPL=35	; Поворот в плоскости на 35°
N60 ASCALE X0.7 Y0.7	; Коэффициент масштабирования для маленького кармана
N70 L10	; Изготовление маленького кармана
N80G0 X300 Y100 M30	; отвод, конец программы

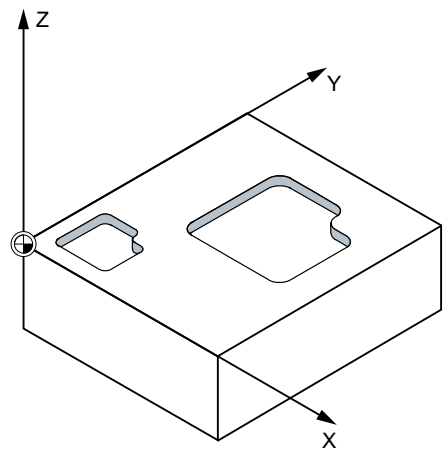
Дополнительная информация

SCALE X... Y... Z...

Для каждой оси может быть указан свой коэффициент масштабирования, на который может быть осуществлено увеличение или уменьшение. Масштабирование относится к установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599 системе координат детали.

ВНИМАНИЕ

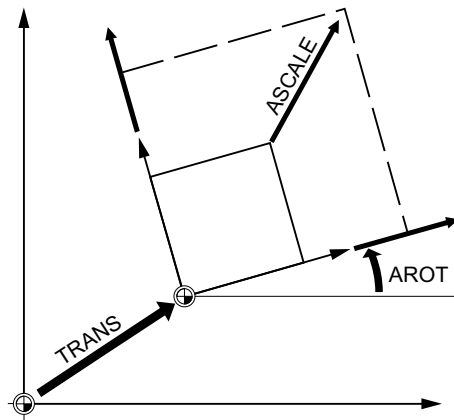
Не исходный фрейм
Команда `SCALE` сбрасывает все фрейм-компоненты установленного до этого программируемого фрейма.



ASCALE X... Y... Z...

Изменение масштаба, которое должно надстраиваться на уже существующие фреймы, программируется с помощью `ASCALE`. В этом случае последний действующий коэффициент масштабирования умножается на новый.

Исходной точкой для изменения масштаба служит актуальная установленная или последняя запрограммированная система координат.



Масштабирование и смещение

Примечание

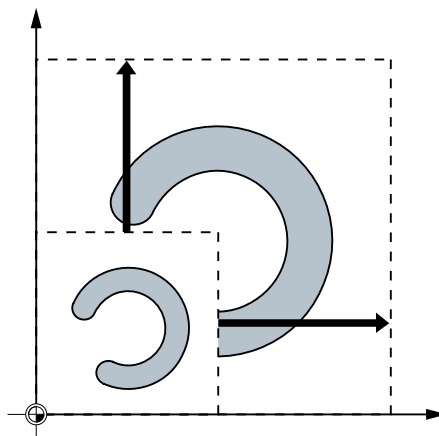
Если после `SCALE` программируется смещение с `ATRANS`, то значения смещения также масштабируются.

Различные коэффициенты масштабирования

ВНИМАНИЕ

Опасность столкновений

Внимание при различных коэффициентах масштабирования! Круговые интерполяции могут, к примеру, масштабироваться только с одинаковыми коэффициентами.



Примечание

Но для программирования искаженных окружностей различные коэффициенты масштабирования могут использоваться целенаправленно.

13.8 Программируемое отражение (MIRROR, AMIRROR)

С помощью MIRROR/AMIRROR формы детали могут отражаться на оси координат. Все движения перемещения, запрограммированные после, к примеру, в подпрограмме, выполняются в отраженном виде.

Синтаксис

```
MIRROR X... Y... Z...
AMIRROR X... Y... Z...
```

Примечание

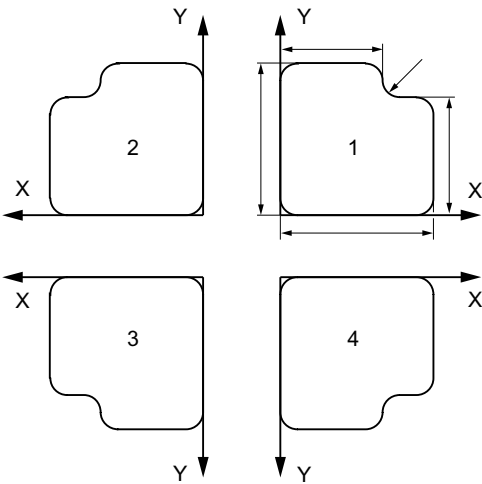
Каждый фрейм-оператор программируется в отдельном кадре ЧПУ.

Значение

MIRROR:	Абсолютное отражение, относительно актуальной действующей, установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599, системы координат
AMIRROR:	Аддитивное отражение, относительно актуальной действующей, установленной или запрограммированной системы координат
X... Y... Z...:	Геометрическая ось, направление которой должно быть изменено. Указанное здесь значение выбирается свободно, к примеру, X0 Y0 Z0.

Примеры

Пример 1: Фрезерная обработка



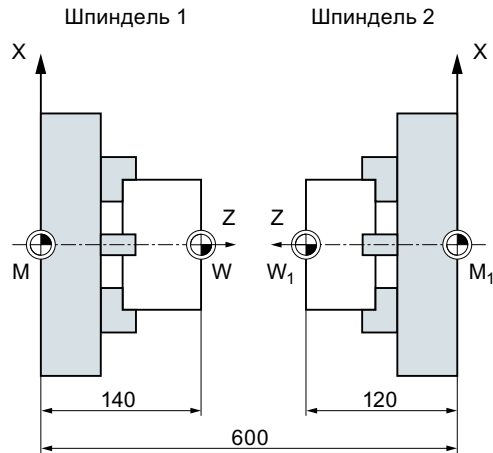
Показанный здесь контур программируется один раз как подпрограмма. Три следующих контура создаются через отражение. Нулевая точка детали располагается по центру к контурам.

Программный код	Комментарий
N10 G17 G54	; Рабочая плоскость X/Y, нулевая точка детали

13.8 Программируемое отражение (MIRROR, AMIRROR)

Программный код	Комментарий
N20 L10	; Изготовление первого контура справа вверху
N30 MIRROR X0	; Отражение оси X (в X изменяется направление)
N40 L10	; Изготовление второго контура слева вверху
N50 AMIRROR Y0	; Отражение оси Y (в Y изменяется направление)
N60 L10	; Изготовление третьего контура слева внизу
N70 MIRROR Y0	; MIRROR сбрасывает предыдущие фреймы. Отражение оси Y (в Y изменяется направление)
N80 L10	; Изготовление четвертого контура справа внизу
N90 MIRROR	; выключение отражения
N100 G0 X300 Y100 M30	; отвод, конец программы

Пример 2: Токарная обработка



Сама обработка сохраняется как подпрограмма, выполнение на соответствующем шпинделе реализуется через отражения и смещения.

Программный код	Комментарий
N10 TRANS X0 Z140	; Смещение нулевой точки на W
...	; Обработка 1-й стороны шпинделем 1
N30 TRANS X0 Z600	; Смещение нулевой точки на шпиндель 2
N40 AMIRROR Z0	; Отражение оси Z
N50 ATRANS Z120	; Смещение нулевой точки на W1
...	; Обработка 2-й стороны шпинделем 2

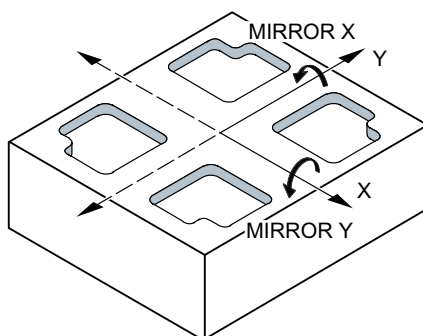
Дополнительная информация

MIRROR X... Y... Z...

Отражение программируется через осевую смену направления в выбранной рабочей плоскости.

Пример: рабочая плоскость G17 X/Y

Отражение (на оси Y) требует смены направления в X и поэтому программируется с `MIRROR X0`. Контур обрабатывается зеркально на противоположной стороне оси отражения Y.



Отражение относится к актуальной действующей, установленной с помощью G54 ... G57, G505 ... G599, системе координат.

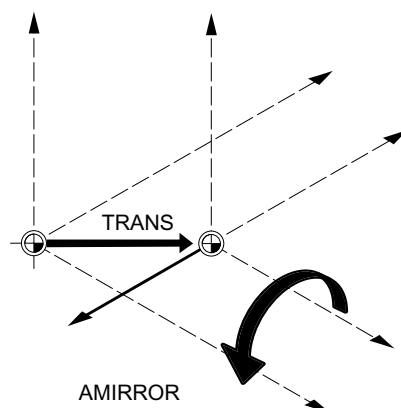
ВНИМАНИЕ

Не исходный фрейм

Команда `MIRROR` сбрасывает все фрейм-компоненты установленного до этого программируемого фрейма.

AMIRROR X... Y... Z...

Отражение, которое должно надстраиваться на уже существующие трансформации, программируется с `AMIRROR`. Исходной точкой служит актуальная установленная или последняя запрограммированная система координат.



Выключение отражения

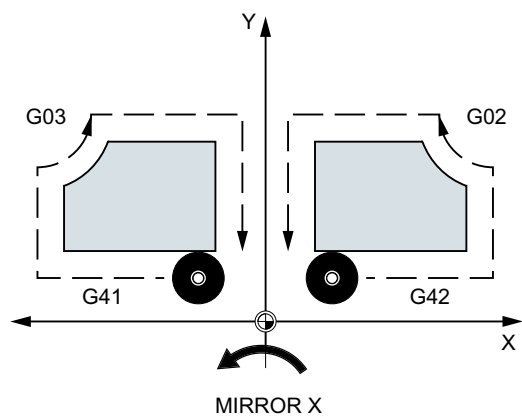
Для всех осей: `MIRROR` (без указания оси)

При этом сбрасываются все фрейм-компоненты запрограммированного до этого фрейма.

Коррекцией на радиус инструмента

Примечание

При команде отражения СЧПУ автоматически изменяет команды коррекции траектории (G41/G42 bzw. G42/G41) в соответствии с измененным направлением обработки.



Это же относится и к направлению вращения окружности (G2/G3 или G3/G2)

Примечание

Если после MIRROR программируется аддитивное вращение с AROT, то возможно придется работать с обратными направлениями вращения (положительное/отрицательное или отрицательное/положительное). Отражения в геометрических осях автоматически пересчитываются СЧПУ во вращения и при необходимости в отражения устанавливаемой с помощью машинных данных оси отражения. Это же относится и к устанавливаемым смещениям нулевой точки

Ось отражения

Через машинные данные можно установить, через какую ось будет выполнено отражение:

MD10610 \$MN_MIRROR_REF_AX = <значение>

Величина	Объяснение
0	Отражение через запрограммированную ось (инверсия значений).
1	Ось X это ось отсчета.
2	Ось Y это ось отсчета.
3	Ось Z это ось отсчета.

Интерпретация запрограммированных значений

Через машинные данные можно установить, как должны быть интерпретированы запрограммированные значения:

MD10612 \$MN_MIRROR_TOGGLE = <значение>

Величина	Объяснение
0	Запрограммированные значения осей не обрабатываются.
1	Запрограммированные значения осей обрабатываются: • При запрограммированных значениях осей $\neq 0$ ось отражается, если она еще не отражена. • При запрограммированном значении оси $= 0$ отражение отключается.

13.9 Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT)

TOFRAME создает прямоугольную систему координат, ось Z которой совпадает с актуальной точной установкой инструмента. Благодаря этому пользователь может выполнить свободный ход инструмента в направлении Z без столкновений (к примеру, после поломки инструмента в 5-осевой программе).

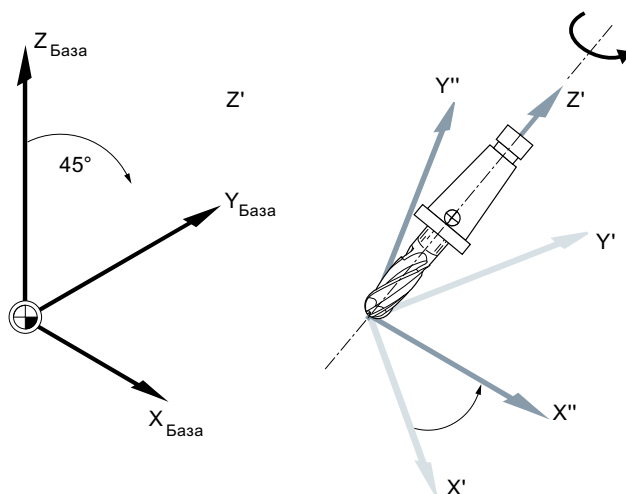
Положение обеих осей X и Y при этом зависит от установки в машинных данных MD21110 \$MC_X_AXES_IN_OLD_X_Z_PLANE (система координат при автоматическом определении фрейма). Новая система координат либо остается такой, какой она получается из кинематики станка, либо дополнительно выполняется поворот вокруг новой оси Z таким образом, что новая ось X лежит в старой плоскости Z-X (см. указания изготовителя станка).

Результирующий фрейм, описывающий ориентацию, стоит в системной переменной для программируемого фрейма (\$P_PFRAME).

С помощью TOROT в запрограммированном фрейме переписывается только доля вращения. Все остальные компоненты остаются неизменными.

TOFRAME и TOROT оптимизированы для фрезерных обработок, в которых обычно активна G17 (рабочая плоскость X/Y). Напротив, для токарных обработок или в общих случаях при активной G18 или G19 необходимы фреймы, у которых ось X или Y совпадает с точной установкой инструмента. Эти фреймы программируются с помощью команд TOFRAMEX/TOROTX или TOFRAMEY/TOROTY.

С PAROT система координат детали (WCS) точно устанавливается на детали.



Синтаксис

```
TOFRAME/TOFRAMEZ/TOFRAMEY/TOFRAMEX
...
TOROTOF
```


13.9 Создание фрейма по точной установке инструмента (TOFRAME, TOROT, PAROT)

TOROT/TOROTZ/TOROTY/TOROTX

...

TOROTOF

PAROT

...

PAROTOF

Значение

TOFRAME:	Точно установить ось Z WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента
TOFRAMEZ:	как TOFRAME
TOFRAMEY:	Точно установить ось Y WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента
TOFRAMEX:	Точно установить ось X WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента
TOROT:	Точно установить ось Z WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента Определенное через TOROT вращение идентично таковому при TOFRAME.
TOROTZ:	как TOROT
TOROTY:	Точно установить ось Y WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента
TOROTX:	Точно установить ось X WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента
TOROTOF:	Отключить точную установку параллельно ориентации инструмента
PAROT:	Точной установить WCS через вращение фрейма на детали Смещения, масштабирования и отражения в активном фрейме сохраняются.
PAROTOF:	Активированное с PAROT относящееся к детали вращение фрейма отключается с PAROTOF.

Примечание

С помощью команды TOROT достигается связанное программирование для активных ориентируемых инструментальных суппортов для любого типа кинематики.

Аналогично ситуации для вращающегося инструментального суппорта, с помощью PAROT можно активировать вращение инструментального стола. Таким образом, определяется фрейм, который изменяет положение системы координат детали так, что движение компенсации станка не возникает. Языковая команда PAROT не отклоняется, если нет активного ориентируемого инструментального суппорта.

Пример

Программный код	Комментарий
N100 G0 G53 X100 Z100 D0	
N120 TOFRAME	
N140 G91 Z20	; TOFRAME учитывается, все запрограммированные движения гео-осей
	относятся к новой системе координат.
N160 X50	
...	

Дополнительная информация

Согласование осевого направления

Если вместо TOFRAME / TOFRAMEZ или TOROT / TOROTZ программируется одна из команд TOFRAMEX, TOFRAMEY, TOROTX, TOROTY, то действуют согласования направлений осей согласно этой таблице:

Команда	Направление инструмента (аппликата)	Вспомогательная ось (абсцисса)	Вспомогательная ось (ордината)
TOFRAME / TOFRAMEZ / TOROT / TOROTZ	Z	X	Y
TOFRAMEY / TOROTY	Y	Z	X
TOFRAMEX / TOROTX	X	Y	Z

Собственный системный фрейм для TOFRAME или TOROT

Созданные через TOFRAME или TOROT фреймы могут быть записаны в собственный системный фрейм \$P_TOOLFRAME. Для этого должен быть установлен бит 3 в машинных данных MD28082 \$MC_MM_SYSTEM_FRAME_MASK. Программируемый фрейм при этом сохраняется неизменным. Различия получаются при дальнейшей обработке программируемого фрейма.

Литература

Прочие пояснения к станкам с ориентируемыми инструментальными суппортами см.:

- Руководство по программированию "Расширенное программирование"; глава: "Ориентация инструмента"
- Описание функций "Основные функции"; коррекция инструмента (W1), глава: "Ориентируемые инструментальные суппорта"

13.10 Отключение фрейма (G53, G153, SUPA, G500)

При выполнении определенных процессов, к примеру, подвод к точке смены инструмента, необходимо определение и точное по времени подавление по времени различных фрейм-компонентов.

Настраиваемые фреймы могут либо отключаться модально, либо подавляться покадрово.

Программируемые фреймы могут подавляться покадрово или удаляться.

Синтаксис

G53
G153
SUPA
G500
TRANS
ROT
SCALE
MIRROR

Значение

G53:	Действующее покадрово подавление всех программируемых и настраиваемых фреймов
G153:	G153 действует как G53 и дополнительно подавляет общий базовый фрейм (\$P_ACTBFRAME)
SUPA:	SUPA действует как G153 и дополнительно подавляет: • смещения маховичком (DRF) • наложенные движения • внешнее смещение нулевой точки • смещение PRESET
G500:	Действующее модально выключение всех настраиваемых фреймов (G54 ... G57, G505 ... G599), если в G500 не стоит значение.
TRANS ROT SCALE MIRROR:	без указания оси вызывает удаление программируемых фреймов.

13.11 Программирование: Отключение наложений (спец. для оси) (CORROF)

Процедура CORROF удаляет следующие спец. для оси наложения:

- Настраиваемые движением маховичка аддитивные смещения нулевой точки (смещения DRF)
- Запрограммированные системной переменной \$AA_OFF смещения позиции
- Запрограммированные системной переменной \$AC_OFF_... наложения ориентации инструмента

Удаление значения наложения вызывает остановку предварительной обработки, и компонент позиции отключенного наложенного движения передается в позицию в базовой кинематической системе. При этом ни одна из осей не перемещается.

Считываемое через системную переменную \$AA_IM (текущее заданное значение MCS оси) значение позиции в системе координат **станка не изменяется**.

Считываемое через системную переменную \$AA_IW (актуальное заданное значение WCSоси) значение позиции в системе координат **детали изменяется**, поскольку теперь оно содержит отключенную долю наложенного движения.

Примечание

В программе ЧПУ разрешено программировать CORROF.

В синхронном действии программировать CORROF **не разрешено**.

Синтаксис

CORROF (<ось>,"<строка>"[,<ось>,"<строка>"])

Значение

CORROF:	Процедура отключения следующих смещений или наложений оси: • Смещение DRF • Смещения позиции (\$AA_OFF) • Наложение ориентации инструмента (\$AC_OFF_...)	
	Активность:	модально
<ось>:	Идентификатор оси (идентификатор оси канала, геометрической оси или оси станка)	
	Тип данных:	AXIS

<строка>:	строка символов для определения типа наложения	
	Тип данных:	BOOL
	Значение	Объяснение
	DRF	Смещение DRF
	AA_OFF	Смещение позиции (\$AA_OFF)
	OFF_ORI	Наложение ориентации инструмента (\$AC_OFF_...) Указание Отмена наложения ориентации инструмента выполняется посредством удаления (специфических для осей) смещений осей ориентации. При этом в параметре <Axis> может возвращаться любая ось канала.

Примеры

Пример 1: Спец. для оси отключение смещения DRF (1)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
N10 CORROF(X, "DRF")	; CORROF здесь действует как DRFOF.
...	

Пример 2: Спец. для оси отключение смещения DRF (2)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X и в оси Y. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
; Отключается только смещение DRF оси X, смещение DRF оси Y сохраняется.	
; При DRFOF() оба смещения были бы отключены.	
N10 CORROF(X, "DRF")	
...	

Пример 3: Спец. для оси отключение смещения позиции \$AA_OFF

Программный код	Комментарий
; Для оси X интерполируется смещение позиции == 10.	
N10 WHEN TRUE DO \$AA_OFF[X] = 10 G4 F5	
...	
; Смещение позиции оси X отключается: \$AA_OFF[X]=0	
; Ось X не перемещается.	
; К актуальной позиции оси X прибавляется смещение позиции.	
N80 CORROF(X, "AA_OFF")	
...	

Пример 4: Спец. для оси отключение смещения DRF и смещения позиции \$AA_OFF (1)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
; Для оси X интерполируется смещение позиции 10.	
N10 WHEN TRUE DO \$AA_OFF[X] = 10 G4 F5	
...	
; Отключается только смещение DRF и смещение позиции оси X.	
; Смещение DRF оси Y сохраняется.	
N70 CORROF(X, "DRF", X, "AA_OFF")	
...	

Пример 5: Спец. для оси отключение смещения DRF и смещения позиции \$AA_OFF (2)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X и в оси Y. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
; Для оси X интерполируется смещение позиции == 10.	
N10 WHEN TRUE DO \$AA_OFF[X] = 10 G4 F5	
...	
; Отключается смещение DRF оси Y и смещение позиции оси X.	
; Смещение DRF оси X сохраняется.	
N70 CORROF(Y, "DRF", X, "AA_OFF")	
...	

Дополнительная информация**\$AA_OFF_VAL**

После отключения смещения позиции из-за \$AA_OFF, системная переменная \$AA_OFF_VAL (интегрированный путь наложения оси) соответствующей оси равна нулю.

\$AA_OFF в режиме работы JOG

И в режиме работы JOG при изменении \$AA_OFF происходит интерполяция смещения позиции как наложенное движение, если эта функция разрешена через машинные данные MD36750 \$MA_AA_OFF_MODE.

\$AA_OFF в синхронном действии

Если при отключении смещения позиции через CORROF (<ось>, "AA_OFF") активно синхронное действие, которое немедленно снова устанавливает \$AA_OFF (DO \$AA_OFF [<ось>]=<значение>), то \$AA_OFF отключается и больше не устанавливается, и отображается аварийное сообщение 21660. Если же синхронное действие активируется позднее, к примеру, в кадре после CORROF, то \$AA_OFF устанавливается и выполняется интерполяция смещения позиции.

Автоматический переход оси канала

Если ось, для которой была запрограммирована CORROF, активна в другом канале, то через переход оси она передается в канал (условие: MD30552 \$MA_AUTO_GET_TYPE > 0) и после отключение смещения позиции и/или смещения DRF.

13.12 Отключение аддитивных смещений нулевой точки (DRFROF)

Настраиваемые движением маховичка аддитивные смещения нулевой точки (смещения DRF) отключаются посредством процедуры DRFROF.

Отключение вызывает остановку предварительной обработки, и доля позиции отключенного смещения DRF передается в позицию в базовой кинематической системе, т. е. при этом оси не перемещаются. Значение системной переменной \$AA_IM (актуальное заданное значение MCS оси) не изменяется, значение системной переменной \$AA_IW (актуальное заданное значение WCS оси) изменяется, т. к. оно теперь содержит отключенную долю из наложенного движения.

Синтаксис

DRFROF

Значение

DRFROF:	Процедура выключения смещений DRF для всех активных осей канала	
	Активность:	модально

Примеры

Пример 1: Спец. для оси отключение смещения DRF (1)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
N10 CORROF(X, "DRF")	; CORROF здесь действует как DRFROF.
...	

Пример 2: Спец. для оси отключение смещения DRF (2)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X и в оси Y. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
N10 CORROF(X, "DRF")	; Отключается только смещение DRF оси X, смещение DRF оси Y сохраняется (при DRFROF были бы отключены оба смещения).
...	

Пример 3: Спец. для оси отключение смещения DRF и смещения позиции \$AA_OFF (1)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
N10 WHEN TRUE DO \$AA_OFF[X] = 10 G4 F5	; Для оси X интерполируется смещение позиции == 10.
...	

Программный код	Комментарий
N70 CORROF(X, "DRF", X, "AA_OFF")	; Отключается только смещение DRF и смещение позиции оси X, смещение DRF оси Y сохраняется.
...	

Пример 4: Спец. для оси отключение смещения DRF и смещения позиции \$AA_OFF (2)

Через перемещение маховичком DRF создается смещение DRF в оси X и в оси Y. Для всех других осей канала смещения DRF не действуют.

Программный код	Комментарий
N10 WHEN TRUE DO \$AA_OFF[X] = 10 G4 F5	; Для оси X интерполируется смещение позиции == 10.
...	
N70 CORROF(Y, "DRF", X, "AA_OFF")	; Отключается смещение DRF оси Y и смещение позиции оси X, смещение DRF оси X сохраняется.
...	

13.13 Специфическое для шлифования смещение нулевой точки (GFRAME0, GFRAME1 ... GFRAME100)

Команда активации циклового фрейма в канале

Программирование команды GFRAME<n> активирует соответствующий цикловой фрейм хранения данных \$P_GFR[<n>] в канале. Для этого активный цикловой фрейм \$P_GFRAME приравнивается к цикловому фрейму хранения данных \$P_GFR[<n>]:

GFRAME<n> ⇒ \$P_GFRAME = \$P_GFR[<n>]

Команда	Цикловой фрейм, активированный в канале
GFRAME0	\$P_GFR[0] (нулевой фрейм)
GFRAME1	\$P_GFR[1]
...	...
GFRAME100	\$P_GFR[100]

Синтаксис

GFRAME<n>

Объяснение

GFRAME<n>:	Активация циклового фрейма <n> хранения данных	
	G-группа:	64
	Первичная установка:	MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES[63]
	Активность:	Модально
<n>:	Номер циклового фрейма	
	Диапазон значений:	0, 1, 2, ... 100

Вывод вспомогательных функций

Функция

С помощью вывода вспомогательных функций осуществляется своевременное сообщение на PLC, когда программа обработки деталей хочет совершить определенные действия по переключению станка через PLC. Это осуществляется посредством передачи соответствующих вспомогательных функций с их параметрами на интерфейс PLC. Обработка переданных значений и сигналов должна осуществляться через программу электроавтоматики.

Вспомогательные функции

Следующие вспомогательные функции могут быть переданы на PLC:

Вспомогательная функция	Адрес
Выбор инструмента	T
Коррекция инструмента	D, DL
Подача	F / FA
Число оборотов шпинделя	S
Функции M	M
Функции H	H

Для каждой группы функций или отдельной функции с помощью машинных данных устанавливается, будет ли вывод запущен **перед, при** или **после** движения перемещения.

PLC может использоваться для выполнения различных процессов квитирования для вывода вспомогательных функций.

Свойства

Важные свойства вспомогательных функций приведены в следующей обзорной таблице:

Функция	Расширение адреса		Значение			Объяснения	Макс. кол-во на кадр
	Объяснение	Диапазон	Диапазон	Тип	Объяснение		
M	-	0 (не явно)	0 ... 99	INT	Функция	Для диапазона значений между 0 и 99 расширение адреса 0. Принудительно без расширения адреса: M0, M1, M2, M17, M30	5
	№ шпинделя	1 ... 12	1 ... 99	INT	Функция	M3, M4, M5, M19, M70 с расширением адреса шпиндель № (например, M2=5 ; останов шпинделя для шпинделя 2). Без №. шпинделя функция действует для мастер-шпинделя.	
	Любое	0 – 99	100 ... 2147483647	INT	Функция	Функция M пользователя*	
S	№ шпинделя	1 ... 12	0 ... $\pm 1,8 \cdot 10^{308}$	REAL	Скорость	Без №. шпинделя функция действует для мастер-шпинделя.	3
H	Любое	0 – 99	0 ... ± 2147483647 $\pm 1,8 \cdot 10^{308}$	INT REAL	Любое	Функции не действуют в ЧПУ, реализуются только через PLC.*	3
T	Номер шпинделя (при активном управлении инструментом)	1 ... 12	0 - 32000 (и имена инструмента при активном управлении инструментом)	INT	Выбор инструмента	Имена инструмента не передаются на интерфейс PLC.	1
D	-	-	0 – 12	INT	Выбор коррекции инструмента	D0: Отмена Предустановка: D1	1
DL	Зависящая от места коррекция	1 – 6	0 ... $\pm 1,8 \cdot 10^{308}$	REAL	Выбор коррекции инструмента точной	Относится к выбранному до этого номеру D	1
F	-	-	0,001 – 999 999, 999	REAL	Подача по траектории		6
FA	Номер оси	1 – 31	0,001 – 999 999, 999	REAL	Осевая подача		
* Значение функций определяется изготовителем станка (см. Указания изготовителя станка!).							

Дополнительная информация

Количество выводимых функций на кадр ЧПУ

В одном кадре ЧПУ может быть запрограммировано максимум 10 выводов функций. Вспомогательные функции могут выводиться и из компонента действия **синхронных действий**.

Литература:

Описание функций "Синхронные действия"

Группировка

Названные функции могут объединяться в группы. Для некоторых команд М подразделение групп уже задано. С помощью группировки может устанавливаться характеристика квити́рования.

Быстрый вывод функций (QU)

Функции, не сконфигурированные для быстрого вывода, могут быть определены для отдельных выводов с помощью кодового слова QU в качестве быстрого вывода. Выполнение программы продолжается без ожидания квити́рования исполнения дополнительной функции (ожидание квити́рования передачи осуществляется). Благодаря этому удастся избежать ненужных точек остановки и прерываний движений перемещения.

Примечание

Для функции "Быстрые выводы функций" должны быть установлены соответствующие машинные данные (→ **Изготовитель станка!**).

Вывод функций при движениях перемещения

Передача информации и ожидание соответствующих реакций занимает время, влияя тем самым на движения перемещения.

Быстрое квитирование без задержки смены кадров

Управление поведением при смене кадров возможно через машинные данные. При установке "без задержки смены кадров" получают следующие параметры для быстрых вспомогательных функций:

Вывод вспомогательной функции	Поведение
Перед движением	Переход кадров между кадрами с быстрыми вспомогательными функциями осуществляется без прерывания и без уменьшения скорости. Вывод вспомогательных функций осуществляется в первом такте интерполятора кадра. Последующий кадр выполняется без задержки квитирования.
При движении	Переход кадров между кадрами с быстрыми вспомогательными функциями осуществляется без прерывания и без уменьшения скорости. Вывод вспомогательных функций осуществляется в ходе кадра. Последующий кадр выполняется без задержки квитирования.
После движения	Движение останавливается в конце кадра. Вывод вспомогательных функций осуществляется в конце кадра. Последующий кадр выполняется без задержки квитирования.

**ОСТОРОЖНО****Вывод функций в режиме управления траекторией**

Вывод функций **перед** движениями перемещения прерывает режим управления траекторией (G64 / G641) и вызывает точный останов для предыдущего кадра.

Вывод функций **после** движениями перемещения прерывает режим управления траекторией (G64 / G641) и создает точный останов для актуального кадра.

Важно: Ожидание необходимого сигнала квитирования от PLC также может привести к прерыванию режима управления траекторией, к примеру, цепочки команд M в кадрах с очень короткими длинами ходами траектории.

14.1 Функции M

С помощью функций M запускаются действия по переключению, например, "ВКЛ/ВЫКЛ СОЖ" и прочие функции на станке.

Синтаксис

M<значение>

M [<расширение адреса>]=<значение>

Объяснение

M :	Адрес для программирования функций M	
<расширение адреса>:	Для некоторых функций M действует расширенное написание адреса (например, указание номера шпинделя для функций шпинделя).	
<значение>:	Посредством присваивания значения (номер функции M) осуществляется согласование с определенной функцией станка.	
	Тип:	INT
	Диапазон значений:	0 ... 2147483647 (макс. значение INT)

Предопределенные функции M

Некоторым важным для выполнения программы функциям M в стандартном исполнении СЧПУ уже присвоены значения:

Функция M	Объяснение
M0*	Запрограммированная остановка
M1*	Остановка по выбору
M2*	Конец главной программы (как M30)
M3	Правое вращение шпинделя
M4	Левое вращение шпинделя
M5	Остановка шпинделя
M6	Смена инструмента (стандартная настройка)
M17*	Конец подпрограммы
M19	Позиционировать шпиндель
M30*	Конец главной программы (как M2)
M40	Автоматическое переключение редуктора
M41	Ступень редуктора 1
M42	Ступень редуктора 2
M43	Ступень редуктора 3
M44	Ступень редуктора 4
M45	Ступень редуктора 5
M70	Шпиндель переключается в осевой режим

Примечание

Для функций, обозначенных *, расширенное написание адреса не допускается.

Функции M0, M1, M2, M17 и M30 всегда запускаются **после** движения перемещения.

Определенные изготовителем станка функции М

Все свободные номера функций М могут быть заняты изготовителем станка, например, функциями переключения для управления зажимными приспособлениями или для включения/выключения других функций станка.

Примечание

Назначенные свободным номерам функций М функциональности являются спец. для станка. Поэтому определенная функция М может иметь различную функциональность на различных станках.

Доступные на станке функции М и их функциональность см. Данные изготовителя станка.

Примеры**Пример 1: Макс. число функций М в кадре**

Программный код	Комментарий
N10 S...	
N20 X... M3	; М-функция в кадре с движением оси, ; шпиндель разгоняется до движения оси X.
N180 M789 M1767 M100 M102 M376	; Макс. 5 М-функций в кадре.

Пример 2: Функция М как быстрый вывод

Программный код	Комментарий
N10 H=QU(735)	; Быстрый вывод для H735.
N10 G1 F300 X10 Y20 G64	
N20 X8 Y90 M=QU(7)	; Быстрый вывод для M7.

M7 была запрограммирована как быстрый вывод, поэтому режим управления траекторией (G64) не прерывается.

Примечание

Использовать эту функцию только в отдельных случаях, так как при взаимодействии с выводом других функций изменяется временное согласование.

Дополнительная информация по предопределенным командам M

Запрограммированная остановка: M0

В кадре ЧПУ с M0 обработка останавливается. Теперь, к примеру, можно удалить стружку, осуществить дополнительное измерение и т.д.

Запрограммированная остановка 1 - остановка по выбору: M1

M1 может быть установлена через:

- HMI/диалог "Управление программой" или
- Интерфейс ЧПУ/PLC

Обработка программы ЧПУ останавливается на запрограммированных кадрах.

Запрограммированная остановка 2 - ассоциированная с M1 вспомогательная функция с остановом в ходе программы

Запрограммированная остановка 2 может быть установлена через HMI/диалог "Управление программой" и позволяет прерывать технологические процессы в любое время на конце обрабатываемого сегмента. Тем самым оператор может вмешиваться в текущее производство, к примеру, для удаления сливной стружки.

Конец программы: M2, M17, M30

Программа завершается с M2, M17 или M30. Если главная программа вызывается из другой программы (как подпрограмма), то M2 / M30 действует как M17 и наоборот, т. е. M17 действует в главной программе как M2 / M30.

Функции шпинделя: M3, M4, M5, M19, M70

Для всех функций шпинделя действует расширенное написание адреса с указанием номера шпинделя.

Пример:

Программный код	Комментарий
M2=3	; Правое вращение для второго шпинделя

Если расширение адреса не запрограммировано, то функция действует для мастер-шпинделя.

Дополнительные команды

15.1 Сообщения (MSG)

С помощью команды `MSG ( )` любая строка символов может быть выведена как сообщение для оператора из программы обработки детали.

Синтаксис

```
MSG ( "<текст сообщения>"[,<исполнение>])
...
MSG ( )
```

Значение

MSG:	Предопределенный вызов подпрограммы для вывода сообщения		
<текст сообщения>:	Любая строка символов для индикации в качестве сообщения		
	Тип:	STRING	
	Максимальная длина:	124 символов; двухстрочная индикация (2*62 символов)	
	В тексте сообщения благодаря использованию связывающего оператора "<<" могут выводиться и переменные.		
<исполнение>:	Параметр для установки момента времени для записи сообщения (опция)		
	Тип:	INT	
	Значение:	0 (первичная установка)	Отдельный кадр главного хода для записи сообщения не создается. Она выполняется в следующем исполняемом кадре ЧПУ. Активный режим управления траекторией не прерывается.
		1	Создается отдельный кадр главного хода для записи сообщения. Активный режим управления траекторией прерывается.
MSG () :	Посредством программирования MSG () без текста сообщения, актуальное сообщение снова удаляется. Без удаления индикация сохраняется до появления следующего сообщения.		

15.1 Сообщения (MSG)

Примечание

Если сообщение должно быть выведено на активном на интерфейсе языке, то пользователю нужна информация о текущем установленном на HMI языке. Эта информация может быть запрошена в программе обработки детали и в синхронных действиях через системную переменную \$AN_LANGUAGE_ON_HMI (см. "Текущий язык в HMI (Страница 597)").

Примеры**Пример 1: Вывести / удалить сообщение**

Программный код	Комментарий
N10 G91 G64 F100	; режим управления траекторией
N20 X1 Y1	
N... X... Y...	
N20 MSG ("Обработка Часть 1")	; Сообщение выводится только с N30.
	; Режим управления траекторией сохраняется.
N30 X... Y...	
N... X... Y...	
N400 X1 Y1	
N410 MSG ("Обработка Часть 2",1)	; Сообщение выводится с N410.
	; Режим управления траекторией прерывается.
N420 X1 Y1	
N... X... Y...	
N900 MSG ()	; Удалить сообщение.

Пример 2: Текст сообщения с переменной

Программный код	Комментарий
N10 R12=\$AA_IW[X]	; Актуальная позиция оси X в R12.
N20 MSG ("Проверить позицию оси X"<<R12<<"")	; Вывести сообщение с переменной R12.
...	
N90 MSG ()	; Удалить сообщение из N20.

15.2 Запись строки символов в переменную BTSS (WRTPR)

С помощью функции `WRTPR ( )` можно записать любую строку символов из программы обработки детали в переменную BTSS `progProtText`.

Синтаксис

`WRTPR (<строка>[, <ExecTime>])`

Значение

WRTPR:	вызов функции для вывода строки символов.			
<строка>:	Любая строка символов, записываемая в переменную BTSS progProtText.			
	Тип:	String		
	Максимальная длина:	128 символов		
<ExecTime>:	опциональный параметр для установки момента времени записи строки символов.			
	Тип:	INT		
	Диапазон значений:	0, 1		
		0 (по умолчанию)	Для записи строки символов отдельный кадр главного хода не создается. Она выполняется в следующем исполнении кадре ЧПУ. Активный режим управления траекторией не прерывается.	
		1	Для записи строки символов создается отдельный кадр главного хода. Активный режим управления траекторией прерывается.	

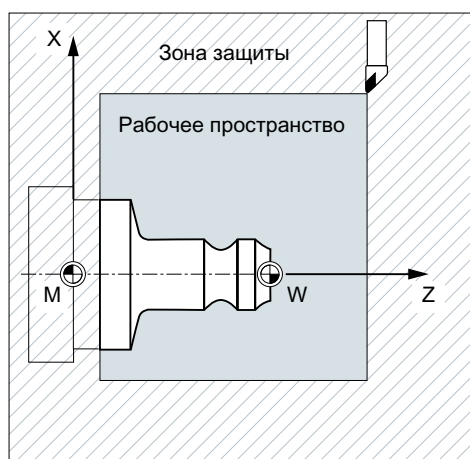
Примеры

Программный код	Комментарий
N10 G91 G64 F100	; режим управления траекторией
N20 X1 Y1	
N30 WRTPR("N30")	; Строка символов «N30» записывается только в N40 . ; Режим управления траекторией сохраняется.
N40 X1 Y1	
N50 WRTPR("N50", 1)	; Строка символов «N50» записывается в N50 . ; Режим управления траекторией прерывается.
N60 X1 Y1	

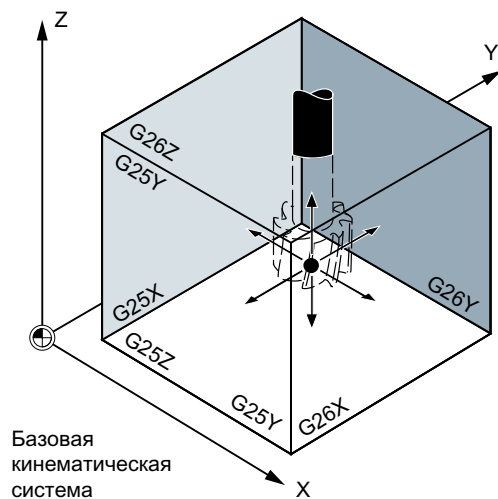
15.3 Ограничение рабочего поля

15.3.1 Ограничение рабочего поля в BKS (G25/G26, WALIMON, WALIMOF)

С помощью G25/G26 можно ограничить рабочее пространство (рабочее поле, рабочую зону), в котором должен перемещаться инструмент, во всех осях канала. Области вне определенных с помощью G25/G26 границ рабочего поля заблокированы для движений инструмента.



Указания координат для отдельных осей действуют в базовой кинематической системе:



Ограничение рабочего поля для всех установленных действующими осях должно быть запрограммировано с помощью команды WALIMON. WALIMOF делает ограничение рабочего поля не действительным. WALIMON это стандартная установка, поэтому программирование необходимо только в том случае, если до этого ограничение рабочего поля было выключено.

Синтаксис

```
G25 X...Y...Z...  
G26 X... Y... Z...  
WALIMON  
...  
WALIMOF
```

Значение

G25:	Нижнее ограничение рабочего поля Присваивание значений в осях канала в базовой кинематической системе
G26:	Верхнее ограничение рабочего поля Присваивание значений в осях канала в базовой кинематической системе
X... Y... Z...:	Нижние или верхние границы рабочего поля для отдельных осей канала Данные относятся к базовой кинематической системе.
WALIMON:	Включить ограничение рабочего поля для всех осей
WALIMOF:	Выключить ограничение рабочего поля для всех осей

Наряду с программируемым вводом значений через G25/G26 возможен и ввод через спец. для оси установочные данные:

SD43420 \$SA_WORKAREA_LIMIT_PLUS (ограничение рабочего поля плюс)

SD43430 \$SA_WORKAREA_LIMIT_MINUS (ограничение рабочего поля минус)

Активация и деактивация спараметрированного через SD43420 и SD43430 ограничения рабочего поля осуществляется спец. для направления через начинающие действовать сразу же спец. для оси установочные данные:

SD43400 \$SA_WORKAREA_PLUS_ENABLE (ограничение рабочего поля в положительном направлении активно)

SD43410 \$SA_WORKAREA_MINUS_ENABLE (ограничение рабочего поля в отрицательном направлении активно)

Посредством спец. для направления активации/деактивации можно ограничить рабочую зону для оси только в одном направлении.

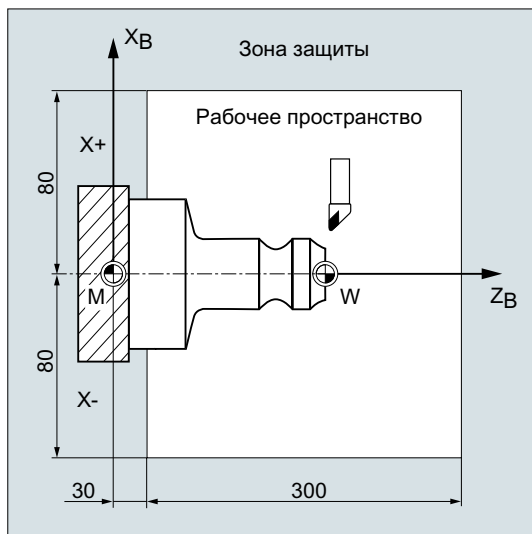
Примечание

Запрограммированное с G25/G26 ограничение рабочего поля имеет приоритет и переписывает введенные в SD43420 и SD43430 значения.

Примечание

С помощью G25/G26 по адресу S могут быть запрограммированы и предельные значения для скорости шпинделя. Подробности об этом см. "Программируемое ограничение числа оборотов шпинделя (G25, G26) (Страница 108)".

Пример



Посредством ограничения рабочего поля с G25/26 рабочее пространство токарного станка ограничивается таким образом, что окружающие устройства, как то револьвер, измерительная станция и т.д. защищены от повреждений.

Основная установка: WALIMON

Программный код	Комментарий
N10 G0 G90 F0.5 T1	
N20 G25 X-80 Z30	; Определение нижнего ограничения для отдельных осей координат
N30 G26 X80 Z330	; Определение верхнего ограничения
N40 L22	; Программа обработки резаньем
N50 G0 G90 Z102 T2	; К точке смены инструмента
N60 X0	
N70 WALIMOF	; Выключение ограничения рабочего поля
N80 G1 Z-2 F0.5	; Сверление
N90 G0 Z200	; Назад
N100 WALIMON	; Включение ограничения рабочего поля
N110 X70 M30	; конец программы

Дополнительная информация

Опорная точка на инструменте

При активной коррекции длин инструмента в качестве исходной точки контролируется острие инструмента, в иных случаях исходная точка инструментального суппорта.

Учет радиуса инструмента должен быть активирован отдельно. Это осуществляется через спец. для канала машинные данные:

MD21020 \$MC_WORKAREA_WITH_TOOL_RADIUS

Если исходная точка инструмента находится вне определенного через ограничение рабочего поля рабочего пространства или выходит из этой зоны, то выполнение программы останавливается.

Примечание

Если активны трансформации, то учет данных инструмента (длина инструмента и радиус инструмента) может отличаться от описанного поведения.

Литература:

Описание функций "Основные функции"; Контроли осей, защищенные области (A3), глава: "Контроль ограничения рабочего поля"

Программируемое ограничение рабочего поля, G25/G26

Для каждой оси можно установить верхнее (G26) и нижнее (G25) ограничение рабочего поля. Эти значения начинают действовать сразу же и сохраняются при соответствующей установке MD (→ MD10710 \$MN_PROG_SD_RESET_SAVE_TAB) после RESET и повторного включения.

Примечание

В Руководстве по программированию "Расширенное программирование" описана подпрограмма CALCPOS1. С помощью этой подпрограммы перед движениями перемещения можно проверить, будет ли предусмотренный путь пройден с учетом ограничений рабочего поля и/или защищенных областей.

15.3.2 Ограничение рабочего поля в WCS/ENS (WALCS0 ... WALCS10)

«Ограничение рабочего поля в WCS/ENS» обеспечивает гибкое, специфическое для детали ограничение диапазона перемещения осей канала в системе координат детали (WCS) или настраиваемой системе нулевой точки (ENS). Оно предназначено главным образом для применения в сфере обычных токарных станков.

Условие

Оси канала должны быть реферированы.

Группа ограничений рабочего поля

Чтобы при переключении согласований осей, например при включении/выключении трансформаций или активного фрейма, не потребовалось заново записывать специфические для оси границы рабочего поля для всех осей канала, предусмотрены группы ограничений рабочего поля.

Группа ограничений рабочего поля включает в себя следующие данные:

- Границы рабочего поля для всех осей канала
- Базовая система ограничения рабочего поля

Синтаксис

```

...
$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[<WALimNo>]=<Value>
$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[<WALimNo>,<Ax>]=<Value>
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[<WALimNo>,<Ax>]=<Value>
$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[<WALimNo>,<Ax>]=<Value>
$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[<WALimNo>,<Ax>]=<Value>
...
WALCS<n>
...
WALCS0

```

Значение

\$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[<WALimNo>]=<Value>		
Система координат, к которой относится ограничение рабочего поля какой-либо группы		
<WALimNo>:	Группа ограничений рабочего поля	
	Тип:	INT
	Диапазон значений:	0 (группа 1) ... 9 (группа 10)
<VALUE>:	Значение типа INT	
	1	Система координат детали (WCS)
	3	Настраиваемая система нулевой точки (ENS)

\$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[<WALimNo>,<Ax>]=<Value>		
Разрешить ограничение рабочего поля в положительном направлении оси для указанной оси канала		
<WALimNo>:	Группа ограничений рабочего поля	
	Тип:	INT
	Диапазон значений:	0 (группа 1) ... 9 (группа 10)
<Ax>:	имя оси канала	
<VALUE>:	Значение типа BOOL	
	0 (FALSE)	Нет разрешения
	1 (TRUE)	Разрешение

\$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[<WALimNo>,<Ax>]=<Value>		
Разрешить ограничение рабочего поля в отрицательном направлении оси для указанной оси канала		
<WALimNo>:	Группа ограничений рабочего поля	
	Тип:	INT
	Диапазон значений:	0 (группа 1) ... 9 (группа 10)

<Ax>:	имя оси канала	
<VALUE>:	Значение типа BOOL	
	0 (FALSE)	Нет разрешения
	1 (TRUE)	Разрешение

\$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS [<WALimNo>, <Ax>]=<Value>		
Ограничение рабочего поля в положительном направлении указанной оси канала		
<WALimNo>:	Группа ограничений рабочего поля	
	Тип:	INT
	Диапазон значений:	0 (группа 1) ... 9 (группа 10)
<Ax>:	имя оси канала	
<VALUE>:	Значение типа REAL	

\$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS [<WALimNo>, <Ax>]=<Value>		
Ограничение рабочего поля в отрицательном направлении указанной оси канала		
<WALimNo>:	Группа ограничений рабочего поля	
	Тип:	INT
	Диапазон значений:	0 (группа 1) ... 9 (группа 10)
<Ax>:	имя оси канала	
<VALUE>:	Значение типа REAL	

WALCS<n>:	Включение ограничений рабочего поля из группы ограничений рабочего поля	
<n>:	номер группы ограничений рабочего поля	
	Диапазон значений:	1 ... 10

WALCS0:	Выключение активных в канале ограничений рабочего поля
---------	--

Примечание

Фактически доступное число групп ограничений рабочего поля зависит от конфигурирования (→ см. данные изготовителя станка).

Пример

В канале определено 3 оси: X, Y и Z

15.3 Ограничение рабочего поля

Необходимо определить и после активировать группу ограничений рабочего поля Nr. 2, в которой оси в WCS ограничиваются по следующим параметрам:

- Ось X в плюсовом направлении: 10 мм
- Ось X в минусовом направлении: нет ограничения
- Ось Y в плюсовом направлении: 34 мм
- Ось Y в минусовом направлении: -25 мм
- Ось Z в плюсовом направлении: нет ограничения
- Ось Z в минусовом направлении: -600 мм

Программный код	Комментарий
...	
N51 \$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM[1]=1	; Ограничение рабочего поля группы ограничений рабочего поля 2 действует в WCS.
N60 \$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[1,X]=TRUE	
N61 \$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[1,X]=10	
N62 \$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[1,X]=FALSE	
N70 \$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[1,Y]=TRUE	
N73 \$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[1,Y]=34	
N72 \$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[1,Y]=TRUE	
N73 \$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS[1,Y]=-25	
N80 \$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE[1,Z]=FALSE	
N82 \$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE[1,Z]=TRUE	
N83 \$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS[1,Z]=-600	
...	
N90 WALCS2	; Включение группы ограничений рабочего поля 2.
...	

Дополнительная информация

Активность

Ограничение рабочего поля с WALCS1 - WALCS10 действует независимо от ограничения рабочего поля с WALIMON. Если активны обе функции, то действует первое ограничение на пути движения оси.

Исходная точка на инструменте

Учет данных инструмента (длина инструмента и радиус инструмента) и тем самым исходной точки на инструменте при контроле ограничения рабочего поля соответствует поведению при ограничении рабочего поля с WALIMON.

15.4 Реферирование (G74)

После включения станка все осевые салазки (при использовании инкрементной системы измерения перемещения) должны быть перемещены на свою референтную метку. Лишь после этого могут программироваться движения перемещения.

С помощью G74 можно выполнить реферирование в программе ЧПУ.

Синтаксис

G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 A1=0 ... ; Программирование в своем кадре ЧПУ

Объяснение

G74:	Вызов G-команд: реферирование
X1=0 Y1=0 Z1=0 ... :	Указанный адрес оси станка X1, Y1, Z1 ... для линейных осей перемещается в референтную точку
A1=0 B1=0 C1=0 ... :	Указанный адрес оси станка A1, B1, C1 ... для круговых осей перемещается в референтную точку

Примечание

Перед реферированием нельзя программировать трансформацию для оси, которая должна с помощью G74 должна быть перемещена на референтную метку.

Трансформация выключается командой TRAFOFF.

Пример

При смене измерительной системы осуществляется переход к референтной точке и устанавливается нулевая точка детали.

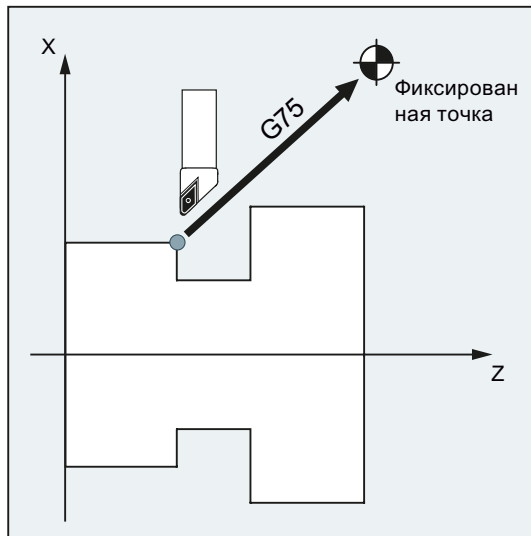
Программный код	Комментарий
N10 SPOS=0	; Шпиндель в режиме управления по положению
N20 G74 X1=0 Y1=0 Z1=0 C1=0	; Реферирование для линейных и круговых осей
N30 G54	; Смещение нулевой точки
N40 L47	; Программа обработки резаньем
N50 M30	; конец программы

15.5 Движение к фиксированной точке (G75)

С помощью действующей не модально команды G75 оси по отдельности и независимо друг от друга могут перемещаться на базисные точки в станочной области, к примеру, на точки смены инструмента, точки загрузки, точки автоматической смены палет и т.д.

Фиксированные точки это позиции в системе координат станка, сохраненные в машинных данных (MD30600 \$MA_FIX_POINT_POS[n]). На ось может быть определено макс. 4 фиксированные точки.

Подвод к фиксированным точкам может быть осуществлен из любой программы ЧПУ, независимо от актуальной позиции инструмента или детали. Перед движением осей выполняется внутренняя остановка предварительной обработки.



Условия

Для перехода к фиксированной точке с G75 должны быть выполнены следующие условия:

- Координаты фиксированных точек должны быть точно определены и зафиксированы в машинных данных.
- Фиксированные точки должны находиться в пределах действующего диапазона перемещения (→ Соблюдать границы программных конечных выключателей!)
- Перемещаемые оси должны быть реферированы.
- Не должно быть активной коррекции радиуса инструмента.
- Не должно быть активной кинематической трансформации.
- Перемещаемые оси не должны участвовать в активной трансформации.
- Ни одна из перемещаемых осей не может быть ведомой осью активного соединения.
- Ни одна из перемещаемых осей не может быть осью структуры Gantry.
- Компилируемые циклы не могут подключить компонент движения.

Синтаксис

G75 <имя оси><позиция оси> . . . FP=<n>

Объяснение

G75:	Подвод к фиксированной точке		
<имя оси>:	Имя оси станка, которые должны быть перемещены к фиксированной точке Допускаются все идентификаторы осей.		
<позиция оси>:	Значение позиции не важно. Поэтому, как правило, указывается значение "0".		
FP=:	Фиксированная точка, к которой должен быть выполнен подвод		
	<n>:	Номер фиксированной точки	
	Диапазон значений:	1, 2, 3, 4	
	Примечание: Если FP=<n> или номер фиксированной точки не запрограммированы или если запрограммировано FP=0, то это интерпретируется как FP=1 и выполняется подвод к фиксированной точке 1.		

Примечание

В одном кадре G75 может быть запрограммировано и несколько осей. В этом случае оси перемещаются к указанной фиксированной точке одновременно.

Примечание

Значение адреса FP не должно превышать число определенных фиксированных точек для каждой запрограммированной оси (MD30610 \$MA_NUM_FIX_POINT_POS).

Пример

Для смены инструмента оси X (= AX1) и Z (= AX3) должны быть перемещены на фиксированную позицию осей станка 1 с X = 151,6 и Z = -17,3.

Машинные данные:

- MD30600 \$MA_FIX_POINT_POS[AX1,0] = 151.6
- MD30600 \$MA_FIX_POINT[AX3,0] = 17.3

Программа ЧПУ:

Программный код	Комментарий
...	
N100 G55	; Активация настраиваемого смещения нулевой точки.
N110 X10 Y30 Z40	; Подвод к позиции в WCS.

15.5 Движение к фиксированной точке (G75)

Программный код	Комментарий
N120 G75 X0 Z0 FP=1 M0	; Ось X движется на 151,6 ; и ось Z движется на 17,3 (в MCS) . ; Каждая ось движется со своей макс. скоростью. ; В этом кадре не должно быть активных дополнительных движений. ; Что и после достижения конечных позиций ; дополнительные движения также не выполнялись, ; здесь вставлен Стоп.
N130 X10 Y30 Z40	; Снова выполняется подвод к позиции из N110 .
...	; Смещение нулевой точки снова активно.

Примечание

Если функция "Управление инструментом с магазинами" активна, то вспомогательной функции T... или M... (обычно M6) не достаточно для инициирования блокировки смены кадра на конце движения G75.

Причина: При установке "Управление инструментом с магазинами активно" вспомогательные функции для смены инструмента не выводятся на PLC.

Дополнительная информация**G75**

Оси перемещаются как оси станка ускоренным ходом. Выполняется внутренняя эмуляция движения через функции "SUPA" (подавление всех фреймов) и "G0 RTLIOF" (движение ускоренного хода с интерполяцией отдельной оси).

Если условия для "RTLIOF" (интерполяция отдельной оси) не выполнены, то подвод к фиксированной точке выполняется как траектория.

При достижении фиксированной точки оси останавливаются в пределах окна допуска "Точный останов точный".

Параметрируемая динамика для G75

Для движений позиционирования на фиксированные позиции (G75) через следующие машинные данные можно установить требуемый динамический режим:

MD18960 \$MN_POS_DYN_MODE (тип динамики позиционирующей оси)

Литература

Описание функций "Основные функции", глава "Ускорение (B2)" > "Функции" > "Ограничение рывка при интерполяции отдельной оси (SOFTA) (спец. для оси)"

Осевые дополнительные движения

Следующие осевые доп. движения учитываются на момент интерпретации кадра G75:

- внешнее смещение нулевой точки
- DRF
- смещение синхронизации (\$AA_OFF)

После доп. движения осей не могут изменяться до достижения конца движения перемещения через кадр G75.

Доп. движения после интерпретации кадра G75 ведут к соответствующему смещению фиксированной точки подвода.

Следующие дополнительные движения не учитываются независимо от момента интерпретации и приводят к соответствующему смещению заданного конечного положения:

- Коррекция инструмента Online
- Дополнительные движения из компилируемых циклов в BKS как MCS

Активные фреймы

Все активные фреймы игнорируются. Перемещение выполняется в системе координат станка.

Ограничение рабочего поля в WCS/ENS

Ограничение рабочего поля, спец. для системы координат(WALCS0 ... WALCS10) не действует в кадре с G75. Заданная точка контролируется как стартовая точка следующего кадра.

Движения осей/шпинделей с POSA/SPOSA

Если запрограммированные оси/шпиндели прежде перемещались с POSA или SPOSA, то эти движения перед подводом к фиксированной точке сначала завершаются.

Функции шпинделя в кадре G75

Если шпиндель исключен из "Подвода к фиксированной точке", то в кадре G75 могут быть дополнительно запрограммированы функции шпинделя (например, позиционирование с SPOS/SPOSA).

Оси модуло

У осей модуло подвод к фиксированной точке выполняется по кратчайшему пути.

Литература

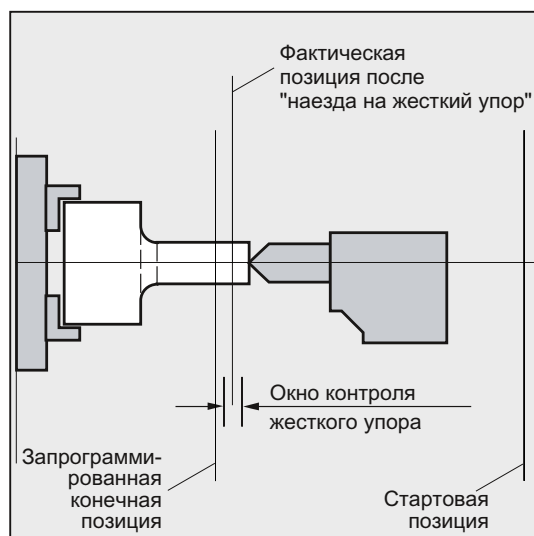
Дополнительную информацию по "Движению к фиксированной точке" можно найти в:

Описание функций "Дополнительные функции", перемещение вручную и перемещение вручную маховичком (H1), глава: "Движение к фиксированной точке в JOG"

15.6 Наезд на жесткий упор (FXS, FXST, FXSW)

Функция

С помощью функции "Наезд на жесткий упор" можно создать определенные усилия для зажима деталей, которые необходимы, к примеру, для задних бабок, пинолей и захватов. Кроме этого с помощью функции можно переходить к механическим референтным точкам.



При достаточно уменьшенном моменте возможны и простые процессы измерения без обязательного подключения щупа. Функция "Наезд на жесткий упор" может использоваться для осей и перемещаемых в качестве осей шпинделей.

Синтаксис

```
FXS [<ось>]=...
FXST [<ось>]=...
FXSW [<ось>]=...
FXS [<ось>]=... FXST [<ось>]=...
FXS [<ось>]=... FXST [<ось>]=... FXSW [<ось>]=...
```

Объяснение

FXS:	Команда для включения и выключения функции "Наезд на жесткий упор"
FXS [<ось>]=1:	Включить функцию
FXS [<ось>]=0:	Выключить функцию
FXST:	Опционная команда для установки зажимного момента
	Данные в % от максимального момента привода.

FXSW:	Опционная команда для установки ширины окна для контроля жесткого упора Данные в мм, дюймах или градусах.
<ось>:	Имена осей станка Программируются оси станка (X1, Y1, Z1 и т.д.).

Примечание

Команды FXS, FXST и FXSW действуют модально.

Программирование FXST и FXSW является опционным: если данные отсутствуют, то действует последнее запрограммированное значение или установленное в соответствующих машинных данных значение.

Активировать наезд на жесткий упор: FXS[<ось>] = 1

Движение к заданной точке может быть описано как движение траекторных или позиционирующих осей. Для позиционирующих осей функция возможна и за границы кадра.

Наезд на жесткий упор может осуществляться и для нескольких осей одновременно и параллельно движению других осей. Жесткий упор должен находиться между стартовой позицией и заданным конечным положением.

ВНИМАНИЕ**Опасность столкновений**

Сразу же после активации функции "Наезд на жесткий упор" для оси/шпинделя более нельзя запрограммировать новую позицию для этой оси.

Перед выбором функции шпиндели должны быть переведены в режим управления положением.

Пример:

Программный код	Комментарий
X250 Y100 F100 FXS[X1]=1 FXST[X1]=12.3 FXSW[X1]=2	; Ось X1 движется с подачей F100 (не обязательные данные) на заданную позицию X=250 мм. Зажимной момент составляет 12.3% от максимального движущего момента, контроль осуществляется в окне шириной 2 мм.
...	

Деактивировать наезд на жесткий упор: FXS[<ось>] = 0

Выключение функции вызывает остановку предварительной обработки.

15.6 Наезд на жесткий упор (FXS, FXST, FXSW)

В кадре с FXS [<ось>]=0 могут и должны стоять движения перемещения.

ВНИМАНИЕ**Опасность столкновений**

Движения перемещения на позицию отвода должны осуществляться от жесткого упора, в ином случае возможны повреждения упора или станка.

Смена кадра осуществляется после достижения позиции отвода. Если позиция отвода не указана, то смена кадра осуществляется сразу же после отключения ограничения моментов.

Пример:

Программный код	Комментарий
X200 Y400 G01 G94 F2000 FXS[X1]=0	; Ось X1 отводится от жесткого упора на позицию X=200 мм. Все другие данные являются опционными.
...	

Зажимной момент (FXST) и окно контроля (FXSW)

Запрограммированное ограничение моментов FXST действует с начала кадра, т.е. и наезд на упор осуществляется с уменьшенным моментом. FXST и FXSW могут быть запрограммированы или изменены в любой момент времени в программе обработки деталей. Изменения начинают действовать перед движениями перемещения, стоящими в том же кадре.

ВНИМАНИЕ**Опасность столкновений**

Если программируется новое окно контроля жесткого упора, то изменяется не только ширина окна, но и исходная точка для центра окна, если ось до этого двигалась. Фактическая позиция оси станка при изменении окна является новым центром окна.

Окно должно быть выбрано таким образом, чтобы только наезд на упор приводил к срабатыванию контроля жесткого упора.

Дополнительная информация**Рампа нарастания**

Через машинные данные можно определить рампу нарастания для новой границы момента, чтобы предотвратить скачкообразную установку границы момента (например, при зажиме детали пинолью).

Подавление ошибок

В приложениях ошибка упора может быть подавлена из программы обработки деталей, при этом в машинных данных создается маска ошибки и новая настройка MD активируется с помощью NEW_CONF.

Активация

Команды для наезда на жесткий упор могут вызываться из синхронных действий/технологических циклов. Активация может осуществляться и без движения, ограничение момента осуществляется сразу же. Как только ось начинает двигаться со стороны заданного значения, выполняется контроль упора.

Активация из синхронных действий

Пример:

Если ожидаемое событие (\$R1) наступает, а наезд на жесткий упор еще не выполняется, то необходимо активировать FXS для оси Y. Момент должен составлять 10 % номинального момента. Для ширины окна контроля действует значение предварительной установки.

Программный код

```
N10 IDS=1 WHENEVER (($R1=1) AND ($AA_FXS[Y]==0)) DO $R1=0 FXS[Y]=1
FXST[Y]=10
```

Обычная программа обработки деталей должна обеспечить установку \$R1 к желаемому моменту времени.

Деактивация из синхронных действий

Пример:

Если имеется ожидаемое событие (\$R3) и существует состояние "Наезд на упор" (системная переменная \$AA_FXS), то FXS должна быть отключена.

Программный код

```
IDS=4 WHENEVER (($R3==1) AND ($AA_FXS[Y]==1)) DO FXS[Y]=0
FA[Y]=1000 POS[Y]=0
```

Жесткий упор был достигнут

После достижения жесткого упора:

- остаточный путь удаляется, и отслеживается заданное значение положения.
- Движущий момент возрастает до запрограммированного предельного значения FXSW и после этого остается постоянным.
- Контроль жесткого упора активируется в пределах указанной ширины окна.

Граничные условия

- Измерение со стиранием остатка пути
"Измерение со стиранием остаточного пути" (команда MEAS) и "Наезд на жесткий упор" не могут одновременно программироваться в одном кадре.
Исключение: Одна функция воздействует на траекторную ось, а другая – на позиционирующую ось, или обе воздействуют на позиционирующие оси.
- Контроль контура
При активной функции "Наезд на жесткий упор" контроль контура не осуществляется.
- Позиционирующие оси
При "Наезде на жесткий упор" с позиционирующими осями смена кадров осуществляется независимо от движения наезда на жесткий упор.
- Оси Link и оси контейнера
Наезд на жесткий упор допускается и для осей Link и осей контейнера. Состояние зависимой оси станка сохраняется и после вращений контейнера. Это же относится и к модальному ограничению моментов с FOCON.
Литература:
 - Описание функций "Расширенные функции"; Несколько пультов оператора на нескольких NCU, децентрализованные системы (B3)
 - Руководство по программированию "Расширенное программирование"; тема: "Наезд на жесткий упор (FXS и FOCON/FOCOF)"
- Наезд на жесткий упор **невозможен**:
 - для осей Gantry
 - Для конкурирующих позиционирующих осей, управляемых исключительно с PLC (выбор FXS должен осуществляться из программы ЧПУ).
- Если граница моментов слишком уменьшается, то ось более не может следовать установке заданного значения, регулятор положения переходит в ограничение и увеличивается погрешность контура. В этом рабочем состоянии при увеличении границы моментов могут возникнуть толчкообразные движения. Для обеспечения следования оси необходимо контролировать, чтобы погрешность контура не была бы больше, чем при неограниченном моменте.

15.7 Время ожидания (G4)

Команда G4 в кадре программирует время (задержку), отсчитываемое с момента обработки кадра в главном ходе. Смена кадров происходит в следующем кадре, после полного истечения времени.

Примечание

G4 прерывает режим управления траекторией.

Синтаксис

```
G4 F<Time>
G4 S<NumSpi>
G4 S<n> = <NumSpi>
```

Значение

G4:	Активировать время ожидания	
	Автономно в кадре:	да
F<Time>:	По адресу F задается задержка <Time> в секундах.	
S<NumSpi>:	По адресу S задается задержка в оборотах шпинделя <NumSpi> относительно текущего главного шпинделя.	
S<n>=NumSpi:	По адресу S задается задержка в оборотах шпинделя <NumSpi> относительно шпинделя с расширением адреса <n>.	

Примечание

Используемые в кадре задержки G4 для указания времени адреса F и S не влияют на подачу F . . . и частоту вращения шпинделя S . . . программы.

Граничные условия

Синхронные действия

Два синхронных действия запрограммированы в программе таким образом, чтобы следующий кадр выполнялся с задержкой относительно кадра действия, в котором выполняются синхронные действия. Одно синхронное действие представляет собой модальное синхронное действие. Другое синхронное действие представляет собой покадровое синхронное действие. Если нужно чтобы покадровое синхронное действие влияло на модальное синхронное действие, например, разрешало обработку через UNLOCK, то в качестве действующей задержки должны быть предусмотрены, **по меньшей мере, два такта интерполятора** например, G4 F<такт интерполятора * 2>.

Действующая задержка зависит от настроенной машинной даты MD10280 \$MN_PROG_FUNCTION_MASK, бит 4 = <значение>

Величина	Значение
0	Действующая задержка равна запрограммированной задержке
1	Действующая задержка равна запрограммированной задержке, округленной до ближайшего (в сторону увеличения) кратного такта интерполятора (MD10071 \$MN_IPO_CYCLE_TIME)

Пример программы:

- MD10071 \$MN_IPO_CYCLE_TIME == 8 мс
- MD10280 \$MN_PROG_FUNCTION_MASK, бит 4 = 1

Программный код	Комментарий
N10 WHEN TRUE DO LOCK(1)	; покадровый SynAct: LOCK ; модальный SynAct. ID=1
N20 G4 F2	; кадр действия для SynAct из N10
N30 WHEN TRUE DO UNLOCK(1)	; покадровый SynAct: UNLOCK ; модальный SynAct. ID=1
N40 ID=1 WHENEVER TRUE DO \$R0=1 RDISABLE	; модальный SynAct ID=1 ; R-параметр R0=1 ; установка блокировки загрузки
N50 G4 F0.012	; кадр действия для SynAct из N40 и N50 ; см. ниже абзац «Описание»
N60 G4 F10	

Описание

Цель заключается в том, чтобы покадровое синхронное действие из N30 отменяло активную блокировку (LOCK) модального синхронного действия с ID=1 из N40 и, тем самым, в N50 записывался R-параметр и включалась блокировка загрузки. Эта цель может быть достигнута только в том случае, если длительность действующей задержки составляет, по меньшей мере, два такта интерполятора.

Действующая задержка складывается из запрограммированной задержки, такта интерполятора и значения параметра MD10280 \$MN_PROG_FUNCTION_MASK, бит 4. Чтобы длительность действующей задержки составляла, по меньшей мере, два такта интерполятора, необходимо запрограммировать следующую задержку:

- бит 4 == 0: запрограммированная задержка $\geq 2 \cdot$ такта интерполятора
- бит 4 == 1: запрограммированная задержка $\geq 1,5 \cdot$ такта интерполятора

Если действующая задержка меньше двух тактов интерполятора, запись R-параметра и блокировка загрузки будут выполнены только в кадре N60.

Пример

Программный код	Комментарий
N10 G1 F200 Z-5 S300 M3	; подача F, скорость шпинделя S

Программный код	Комментарий
N20 G4 F3	; Время ожидания: 3с
N30 X40 Y10	
N40 G4 S30	; Ожидать 30 оборотов шпинделя (соответствует при $S=300$ об/мин и процентке скорости 100 %: $t = 0,1$ мин).
N50 X...	; Запрограммированная в N10 подача и скорость шпинделя продолжают действовать.

15.8 Внутренняя остановка предварительной обработки

Функция

При обращении к данным состояния станка (\$A...) СЧПУ осуществляет внутреннюю остановку предварительной обработки. Следующий кадр выполняется только тогда, когда все подготовленные и сохраненные прежде кадры полностью выполнены. Предыдущий кадр останавливается с точным остановом (как G9).

Пример

Программный код	Комментарий
...	
N40 POSA[X]=100	
N50 IF \$AA_IM[X]==R100 GOTOF MARK1	; Обращение к данным состояния станка (\$A...) , СЧПУ осуществляет внутреннюю остановку предварительной обработки.
N60 G0 Y100	
N70 WAITP(X)	
N80 MARK1:	
...	

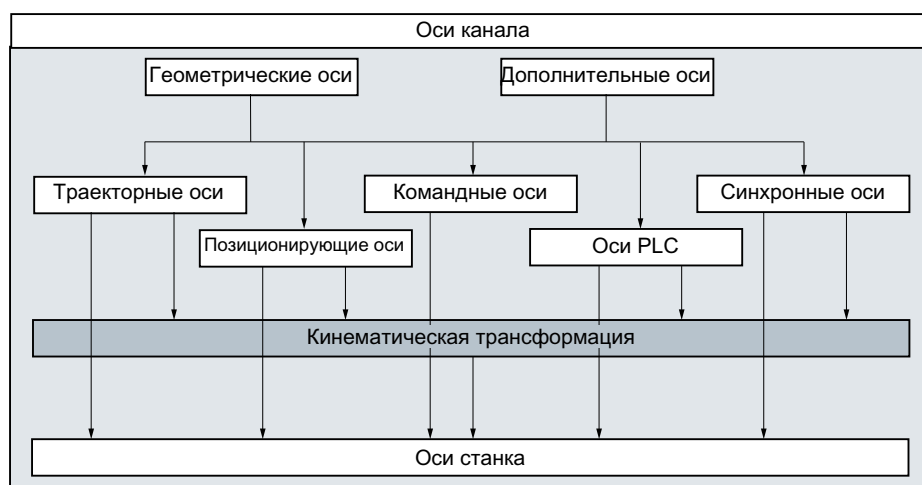
Прочая информация

16.1 Оси

Типы осей

В рамках программирования различают следующие типы осей:

- Оси станка
- Геометрические оси
- Дополнительные оси
- Траекторные оси
- Синхронные оси
- Позиционирующие оси
- Командные оси
- Оси PLC / Конкурирующие позиционирующие оси
- Link-оси (функция NCU-Link)
- Оси Lead-Link (функция NCU-Link)



16.1.1 Главные оси/геометрические оси

Главные оси определяют прямоугольную, правовращающуюся систему координат. В этой системе координат программируются движения инструмента.

В технике ЧПУ главные оси обозначаются как геометрические оси. В данном руководстве по программированию также будет использоваться это понятие.

Переключаемые гео-оси

С помощью функции "Переключаемые геометрические оси" (см. описание функций "Расширенное программирование") можно изменять сконфигурированное через машинные данные соединение геометрических осей из программы обработки деталей. При этом одна из определенных в качестве синхронной дополнительной оси ось канала может заменять любую геометрическую ось.

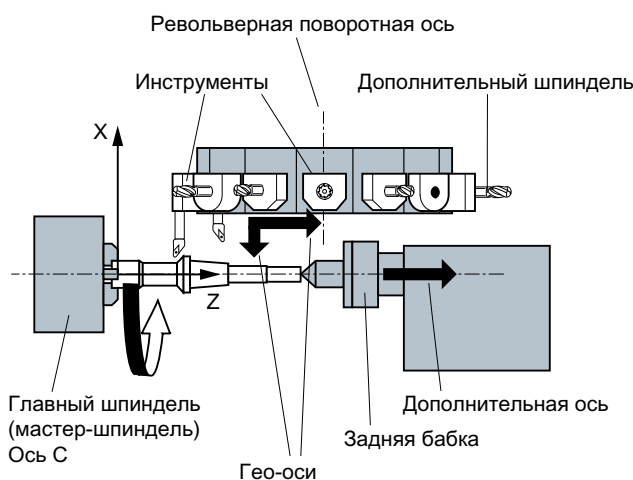
Идентификатор оси

Имя/идентификатор гео-оси можно задавать через следующие машинные данные:

MD20060 \$MC_AXCONF_GEOAX_NAME_TAB (имя гео-оси в канале)

Стандартное обозначение на токарных станках:

1. Гео-ось: X
2. Гео-ось: Z



Стандартное обозначение на фрезерных станках:

1. Гео-ось: X
2. Гео-ось: Y
3. Гео-ось: Z

Дополнительная информация

Для программирования фреймов и геометрии детали (контура) используются максимум три геометрические оси.

Идентификаторы для геометрических осей и осей канала могут быть одинаковыми, если возможно отображение.

Имена гео-осей и осей канала могут быть одинаковыми во всех каналах. Таким образом, любая программа может обрабатываться в любом канале.

16.1.2 Дополнительные оси

В отличие от геометрических осей, для дополнительных осей не определено геометрической связи между осями.

Типичными дополнительными осями являются:

- оси револьверной головки
- оси поворотного стола
- оси качающейся головки
- оси загрузчика

Идентификатор оси

У токарного станка с поворотным магазином, к примеру,:

- Позиция револьверной головки U
- Задняя бабка V

Пример программирования

Программный код	Комментарий
N10 G1 X100 Y20 Z30 A40 F300	; Движения траекторных осей.
N20 POS[U]=10 POS[X]=20 FA[U]=200 FA[X]=350	; Движения позиционирующих осей.
N30 G1 X500 Y80 POS[U]=150 FA[U]=300 F550	; Траекторная и позиционирующая ось.
N40 G74 X1=0 Z1=0	; Подвод в референтную точку.

16.1.3 Главный шпиндель, мастер-шпиндель

Какой из шпинделей является главным, определяется кинематикой станка. Этот шпиндель, как правило, через машинные данные назначается мастер-шпинделем.

Это соответствие может быть изменено программной командой `SETMS` (<номер шпинделя>). С помощью `SETMS` без указания номера шпинделя можно вернуться к определённому в машинных данных мастер-шпинделю.

Для мастер-шпинделя действуют специальные функции, к примеру, резьбонарезание.

Идентификатор шпинделя

S или S0

16.1.4 Оси станка

Оси станка это физически имеющиеся на станке оси.

Запрограммированное движение траекторной или дополнительной оси может через активную в канале трансформацию (`TRANSMIT`, `TRACYL` или `TRAORI`) действовать на несколько осей станка.

Оси станка запрашиваются прямо в программе только в особых случаях (например, при реферировании или движении в фиксированную точку).

Идентификатор оси

Имя/идентификатор оси станка можно задавать через следующие спец. для ЧПУ машинные данные:

MD10000 \$MN_AXCONF_MACHAX_NAME_TAB (имя оси станка)

Установка по умолчанию: X1, Y1, Z1, A1, B1, C1, U1, V1

Кроме того, оси станка имеют фиксированные идентификаторы осей, которые всегда можно использовать независимо от имен, установленных в машинных данных:

AX1, AX2, ..., AX<n>

16.1.5 Оси канала

Осями канала называются все геометрические, дополнительные оси и оси станка, назначенные каналу.

Идентификатор оси

Спец. для канала имя/идентификатор одной из геометрических и дополнительных осей можно задавать через следующие машинные данные:

MD20080 \$MC_AXCONF_CHANAX_NAME_TAB (имя оси канала)

Установка по умолчанию: X, Y, Z, A, B, C, U, V

Сопоставление, на какую ось станка будет отображаться та или иная гео-ось или дополнительная ось в канале, задается в следующих машинных данных:

MD20070 \$MC_AXCONF_MACHAX_USED (используемые оси станка)

16.1.6 Траекторные оси

Траекторные оси описывают ход траектории и тем самым движение инструмента в пространстве.

Запрограммированная подача действует вдоль этой траектории. Участвующие в этой траектории оси достигают своих позиций одновременно. Как правило, это геометрические оси.

Какие оси являются траекторными осями и тем самым определяют скорость, задается через предварительные установки.

В программе ЧПУ траекторные оси могут указываться с помощью `FGROUP`.

Дополнительную информацию по `FGROUP` см. "Подача (G93, G94, G95, F, `FGROUP`, `FL`, `FGREF`) (Страница 109)".

16.1.7 Позиционирующие оси

Позиционирующие оси интерполируются отдельно, т. е. каждая позиционирующая ось имеет свой осевой интерpolator и свою подачу. Позиционирующие оси не интерполируют с траекторными осями.

Позиционирующие оси перемещаются из программы ЧПУ или с PLC. Если одна ось одновременно должна перемещаться и программой ЧПУ, и PLC, то появляется сообщение об ошибке.

Типичными позиционирующими осями являются:

- загрузчик для транспортировки детали
- загрузчик для отгрузки детали
- инструментальный магазин/револьвер

Типы

Различаются позиционирующие оси с синхронизацией к концу кадра или через несколько кадров.

Оси POS

Смена кадра осуществляется к концу кадра, если все запрограммированные в этом кадре траекторные и позиционирующие оси достигли своей запрограммированной конечной точки.

Оси POSA

Движения этих позиционирующих осей могут осуществляться через несколько кадров.

Оси POSP

Движение этих позиционирующих осей для подвода к конечной позиции осуществляется поэтапно.

Примечание

Позиционирующие оси становятся синхронными осями, если они перемещаются без особой идентификации POS/POSA.

Режим управления траекторией (G64) для траекторных осей возможен только тогда, когда позиционирующие оси (POS) достигли своей конечной позиции перед траекторными осями.

Траекторные оси, программируемые с помощью POS/POSA, для этого кадра изымаются из соединения траекторных осей.

Дополнительную информацию по POS, POSA и POSP см. "Перемещение позиционирующих осей (POS, POSA, POSP, FA, WAITP, WAITMC) (Страница 118)".

16.1.8 Синхронные оси

Синхронные оси движутся синхронно с ходом траектории от начальной к запрограммированной конечной позиции.

Запрограммированная в F подача действует для всех запрограммированных в кадре траекторных осей, но не для синхронных осей. Для хода синхронных осей требуется то же время, что и для траекторных осей.

Синхронной осью может быть, к примеру, круговая ось, перемещаемая синхронно с траекторной интерполяцией.

16.1.9 Командные оси

Командные оси запускаются из синхронных действий на основе события (команды). Они могут позиционироваться, запускаться и останавливаться полностью асинхронно с программой обработки деталей. Ось не может приводиться в движение одновременно из программы обработки деталей и из синхронных действий.

Командные оси интерполируются отдельно, т.е. каждая командная ось имеет свой осевой интерполятор и свою подачу.

Литература:

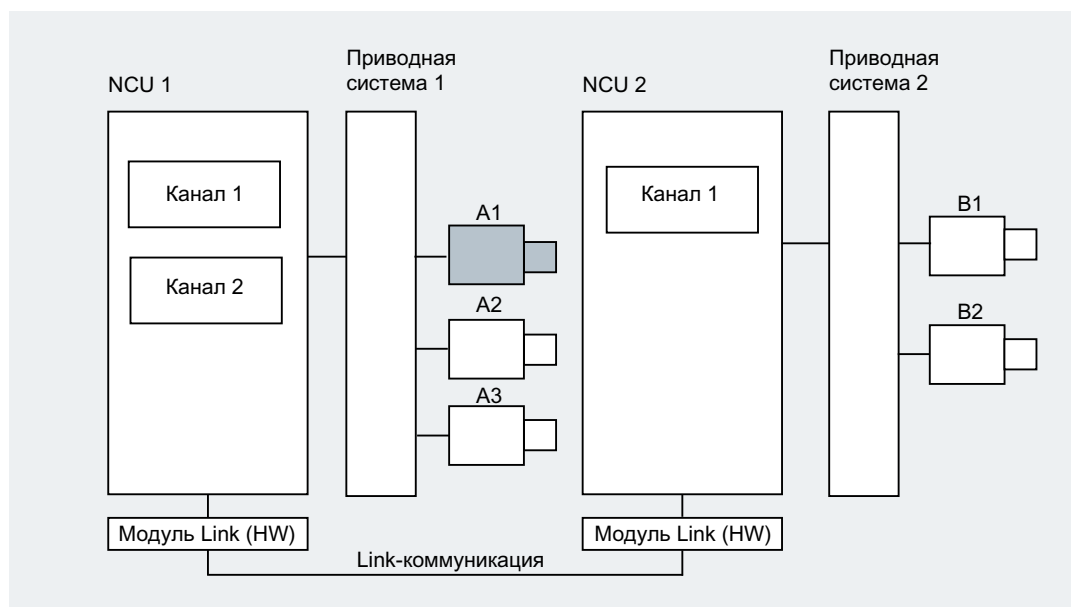
Описание функций "Синхронные действия"

16.1.10 Оси PLC

Оси PLC перемещаются с PLC через специальные функциональные блоки в главной программе и могут двигаться асинхронно со всеми прочими осями. Движения перемещения запускаются траекторными и синхронными движениями.

16.1.11 Оси Link

Link-оси это оси, физически подключенные к другому NCU и подчиняющиеся его управлению по положению. Link-оси могут быть динамически согласованы с каналами **другого** NCU. С точки зрения определенного NCU, Link-оси это не локальные оси.



Для динамического изменения согласования с NCU служит концепция **осевого контейнера**. Переход осей с GET и RELEASE из программы обработки детали для Link-осей **не** доступен.

Дополнительная информация

Условия

- Участвующие NCU1 и NCU2 должны быть соединены через Link-модуль с быстрой Link-коммуникацией.

Литература:

Справочник по оборудованию "Проектирование NCU"

- Ось должна быть соответственно сконфигурирована через машинные данные.
- Необходимо наличие опции "Link-ось".

Описание

Управление по положению осуществляется на NCU, на котором ось физически соединена с приводом. Там находится соответствующий осевой интерфейс VDI. Заданные значения положения создаются для Link-осей на другом NCU и коммуникация осуществляется через NCU-Link.

Link-коммуникация должна отвечать за синхронизацию между интерполяторами и регуляторами положения или интерфейсом PLC. Вычисленные интерполяторами заданные значения должны быть переданы на контур управления положением на основном NCU, или фактические значения должны быть снова переданы обратно.

Литература:

Дополнительные подробности по Link-осям см.:

Описание функций "Расширенные функции"; Несколько пультов оператора и NCU (B3)

Осевой контейнер

Осевой контейнер это структура данных кольцевого буфера, в которой осуществляется согласование локальных осей и/или Link-осей с каналами. Записи в кольцевом буфере могут иметь **циклическое смещение**.

Конфигурация Link-осей допускает в логическом образе осей станка наряду с прямой ссылкой на локальные оси или Link-оси ссылку на осевой контейнер. Такая ссылка состоит из:

- номера контейнера **и**
- слота (место в кольцевом буфере внутри соответствующего контейнера)

В качестве элемента на месте в кольцевом буфере стоит:

- локальная ось **или**
- Link-ось

Элементы в осевом контейнере содержат локальные оси станка или Link-оси с точки зрения отдельного NCU. Элементы в логическом образе осей станка (MD10002 \$MN_AXCONF_LOGIC_MACHAX_TAB) отдельного NCU являются фиксированными.

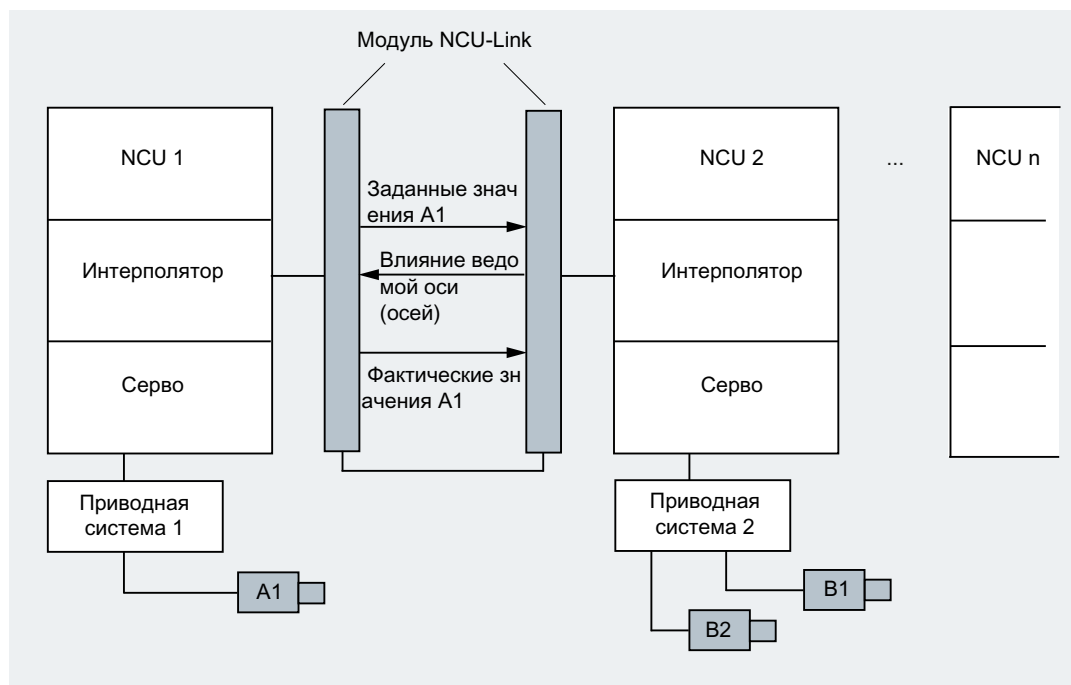
Литература:

Функция осевого контейнера описана в:

Описание функций "Расширенные функции"; Несколько пультов оператора и NCU (B3)

16.1.12 Оси Lead-Link

Lead-Link-ось это ось, которая интерполируется NCU и используется одним или несколькими другими NCU в качестве ведущей оси для управления ведомыми осями.



Осевая ошибка регулятора положения передается на все другие NCU, которые через Lead-Link-ось имеют отношение к затронутой оси.

Зависимые от Lead-Link-оси NCU могут использовать следующие соединения с Lead-Link-осью:

- главное значение(заданное, фактическое, симулированное главное значение)
- буксировка
- тангенциальное слежение
- электронный редуктор (ELG)
- синхронный шпиндель

Программирование

Главный NCU:

Только NCU, с которым физически согласована ось главного значения, может программировать движения перемещения для этой оси. Исходя из этого программирование не должно учитывать особенностей.

NCU ведомых осей:

Программирование на NCU ведомых осей не может содержать команд перемещения для Lead-Link-оси (ось главного значения). Нарушения этого правила вызывают ошибку.

Обращение к Lead-Link-оси осуществляется через идентификатор осей канала обычным способом. Доступ к состояниям Lead-Link-оси возможен через выбранные системные переменные.

Дополнительная информация

Условия

- Участвующие NCU NCU1 до NCU<n> (<n> макс. 8) должны быть соединены через Link-модуль с быстрой Link-коммуникацией.
Литература:
Справочник по оборудованию "Проектирование NCU"
- Ось должна быть соответственно сконфигурирована через машинные данные.
- Необходимо наличие опции "Link-ось".
- Для всех участвующих NCU должен быть сконфигурирован идентичный такт интерполятора.

Ограничения

- Ведущая ось в качестве Lead-Link-оси не может быть Link-осью, т.е. перемещаемая другим NCU как основным NCU.
- Ведущая ось в качестве Lead-Link-оси не может быть осью контейнера, т. е. осью, к которой попеременно обращаются различные NCU.
- Lead-Link-ось не может быть запрограммированной ведущей осью соединения Gantry.
- Соединения с Lead-Link-осями не могут иметь многоступенчатого последовательного включения (каскадирование).
- Переход оси возможен только внутри основного NCU Lead-Link-оси.

Системные переменные

Следующие системные переменные могут использоваться с идентификатором осей канала Lead-Link-оси:

Системная переменная Значение

\$AA_LEAD_SP Симулированное главное значение – позиция

\$AA_LEAD_SV Симулированное главное значение – скорость

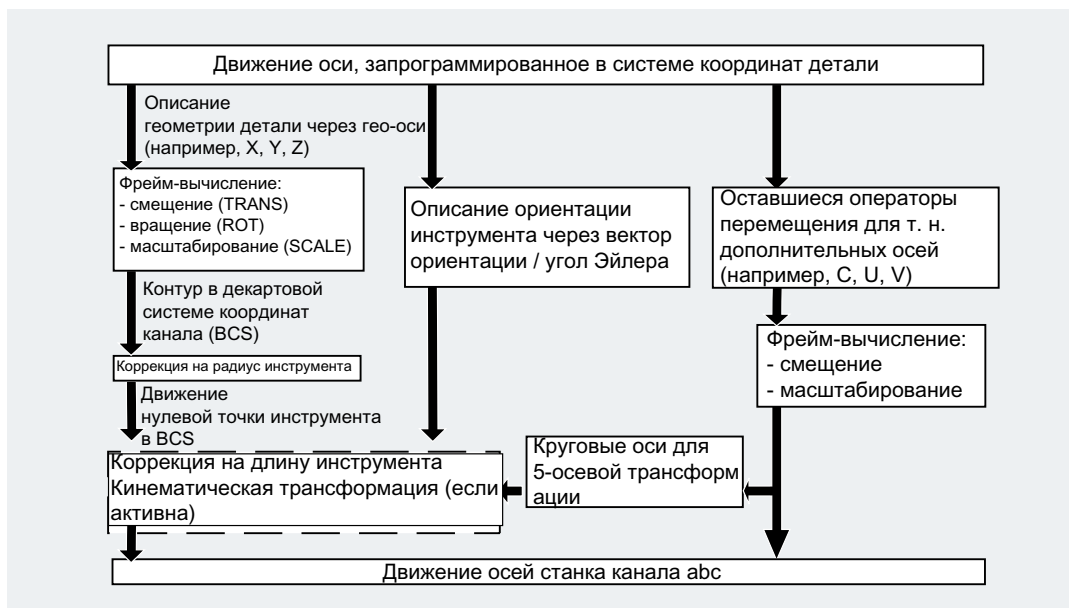
Если эти системные переменные актуализируются через NCU ведущей оси, то новые значения передаются и на NCU, которые хотят перемещать ведомые оси в зависимости от этой ведущей оси.

Литература:

Описание функций "Расширенные функции"; Несколько панелей оператора и NCU (B3)

16.2 От команды движения до движения станка

Связь между запрограммированными движениями осей (командами движения) и следующими из них движениями станка должен пояснить рисунок ниже:



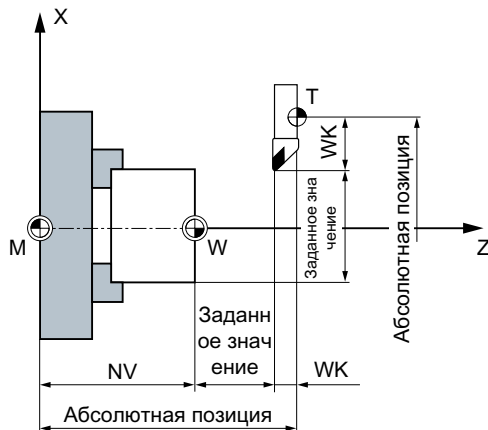
16.3 Вычисление хода

Вычисление хода получает участок перемещения, который должен быть пройден в одном кадре, с учетом всех смещений и коррекций.

Общее правило:

Ход =

заданное значение – фактическое значение + смещение нулевой точки (ZO) + коррекция инструмента (WK)

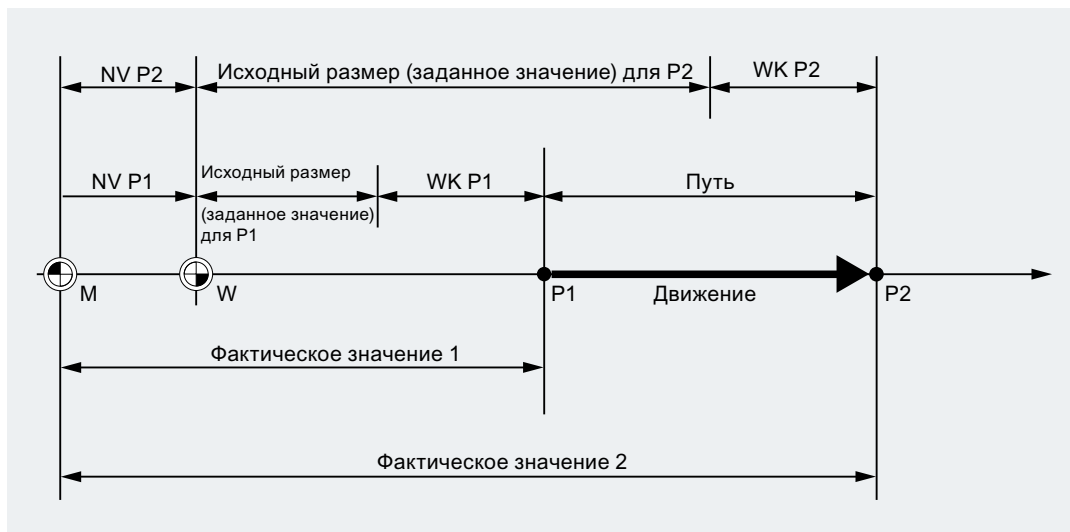


Если в новом программном кадре программируется новое смещение нулевой точки и новая коррекция инструмента, то:

- при вводе исходного размера:

$$\text{Ход} = (\text{исходный размер P2} - \text{исходный размер P1}) + (NV \text{ P2} - NV \text{ P1}) + (WK \text{ P2} - WK \text{ P1}).$$
- при вводе составного размера:

$$\text{Ход} = \text{составной размер} + (NV \text{ P2} - NV \text{ P1}) + (WK \text{ P2} - WK \text{ P1}).$$



16.4 Адреса

Постоянные адреса

Эти адреса фиксировано установлены, т. е. символы адреса не могут быть изменены.

Перечень представлен в таблице "Постоянные адреса (Страница 525)".

Настраиваемые адреса

Этим адресам изготовитель станка через машинные данные может присвоить другое имя.

Примечание

Настраиваемые адреса должны быть однозначными в СЧПУ, т. е. нельзя использовать одно и то же название адреса для разных типов адресов (значения осей и конечные точки, ориентация инструмента, параметры интерполяции, ...).

Перечень представлен в таблице "Устанавливаемые адреса (Страница 530)".

Адреса, действующие модально/покадрово

Модально действующие адреса сохраняют свою значимость с запрограммированным значением до тех пор (во всех последующих кадрах), пока по тому же адресу не будет запрограммировано новое значение.

Действующие покадрово адреса сохраняют свою значимость только в том кадре, в котором они были запрограммированы.

Пример:

Программный код	Комментарий
N10 G01 F500 X10	
N20 X10	; Подача F из N10 действует до ввода новой подачи.

Адреса с осевым расширением

У адресов с осевым расширением имя оси стоит в квадратных скобках после адреса, который устанавливает соответствие осям.

Пример:

Программный код	Комментарий
FA [U]=400	; Специфическая подача для оси U.

См. также таблицу "Постоянные адреса (Страница 525)".

Расширенное написание адреса

Расширенное написание адресов позволяет систематизировать большее количество осей и шпинделей.

Расширенный адрес состоит из числового расширения и присвоенного посредством символа "=" арифметического выражения. Цифровое расширение имеет одну или две позиции и всегда является положительным.

Расширенное написание адреса допускается только для следующих простых адресов:

Адрес	Значение
X,Y,Z,...	Адреса осей
I, J, K	Параметры интерполяции
S	Число оборотов шпинделя
SPOS, SPOSA	Позиция шпинделя
M	Дополнительные функции
H	Вспомогательные функции
T	Номер инструмента
F	Подача

Примеры:

Программный код	Комментарий
X7	; "=" не требуется; 7 это значение; но символ "=" возможен и здесь
X4=20	; Ось X4; "=" требуется
CR=7.3	; 2 буквы; "=" требуется
S1=470	; скорость 1-го шпинделя: 470 об/мин
M3=5	; остановка 3-го шпинделя

Для адресов M, H, S а также для SPOS и SPOSA, числовое расширение может быть заменено на переменную. При этом идентификатор переменных стоит в квадратных скобках.

Примеры:

Программный код	Комментарий
S[SPINU]=470	; Число оборотов для шпинделя, номер которого зафиксирован в переменной SPINU
M[SPINU]=3	; Правое вращение для шпинделя, номер которого зафиксирован в переменной SPINU
T[SPINU]=7	; Предварительный выбор инструмента для шпинделя, номер которого зафиксирован в переменной SPINU

16.5 Имя

Команды согласно DIN 66025 дополняются на высокоуровневом языке программирования ЧПУ, среди прочего, названными объектами.

Названными объектами могут быть, например:

- системные переменные
- определяемые пользователем переменные
- оси / шпиндели
- подпрограммы
- кодовые слова
- метки перехода
- макросы

Примечание

Идентификаторы должны быть однозначными. Один и тот же идентификатор **не может** использоваться для различных объектов.

Правила именования

Имя можно выбирать произвольно, соблюдая следующие правила:

- Разрешенные символы:
 - Буквы: A ... Z, a ... z
 - Цифры: 0 ... 9
 - Знак подчеркивания: _
- Первыми двумя символами должны быть буквы или символы подчеркивания.
- Максимальная длина:
 - Имя программы (Страница 38): 24 символа
 - Имена осей: 8 символов
 - Имена переменных: 31 символ

Примечание

Зарезервированные кодовые слова запрещено использовать в качестве идентификаторов.

Циклы

Во избежание конфликтов именования рекомендуется учитывать следующие правила присваивания имен циклам пользователя:

Строка	Зарезервировано для имен
• CYCLE • CUST_ • GROUP_ • _ • S_ • E_ • F_	Циклы SIEMENS
• CCS_	Компилируемые циклы Siemens
• CC_	Компилируемые циклы пользователя

Циклы пользователя

Имена циклов пользователя рекомендуется начинать с "U_".

Переменные

Подробное описание именования переменных представлено в:

Руководство по программированию "Расширенное программирование"

- **Системные переменные**
глава "Гибкое программирование ЧПУ" > "Переменные" > "Системная переменная"
- **Переменные пользователя**
глава "Гибкое программирование ЧПУ" > "Переменные" > "Определение переменных пользователя (DEF)"

16.6 Постоянные

Постоянная (общ.)

Постоянная это элемент данных, значение которого не изменяется при выполнении программы, к примеру, присваивание значения адресу.

Десятичная постоянная

Числовое значение десятичной постоянной отображается в десятичной систем.

Постоянная INTEGER

Постоянная INTEGER это целое значение, т. е. последовательность цифр без десятичной точки с или без знака.

Примеры:

X10	Присваивание значения +10 адресу X
X-35	Присваивание значения -35 адресу X
X0	Присваивание значения 0 адресу X Примечание: (X0 нельзя заменить на X)

Постоянная REAL

Постоянная REAL это последовательность цифр с десятичной точкой с или без знака, а также с или без экспоненты.

Примеры:

X10.25	Присваивание значения +10.25 адресу X
X-10.25	Присваивание значения -10.25 адресу X
X0.25	Присваивание значения +0.25 адресу X
X.25	Присваивание значения +0.25 адресу X, без вводного "0"
X=-.1EX-3	Присваивание значения -0,1*10 ⁻³ адресу X

Примечание

Если для адреса с допустимым вводом десятичной точки после десятичной точки записано больше мест, чем предусмотрено для этого адреса, то он округляется до предусмотренного числа мест.

Шестнадцатеричная постоянная

Также возможны постоянные, интерпретируемые шестнадцатерично. При этом буквы "A" до "F" служат шестнадцатеричными цифрами с десятичными значениями 10 до 15.

Шестнадцатеричные постоянные заключаются между двумя апострофами и начинаются с буквы "H" с последующим шестнадцатеричным значением. Разрешаются разделительные символы между буквами и цифрами.

Пример:

Программный код	Комментарий
<code>\$MC_TOOL_MANAGEMENT_MASK='H7F'</code>	; Через присвоение шестн. постоянной в машинных данных устанавливается бит 0-7.

Примечание

Максимальное количество символов ограничивается диапазоном значений целочисленного типа данных.

Двоичная постоянная

Возможны и постоянные, которые интерпретируются двоично. При этом используются только цифры "0" и "1".

Двоичные постоянные заключаются между апострофами и начинаются с буквы "B" с последующим двоичным значением. Разделительные символы между цифрами разрешаются.

Пример:

Программный код	Комментарий
<code>\$MN_AUXFU_GROUP_SPEC='B10000001'</code>	; Через присвоение двоичной постоянной в машинных данных устанавливается бит 0 и бит 7.

Примечание

Максимальное количество символов ограничивается диапазоном значений целочисленного типа данных.

16.7 Операторы и функции вычисления

Операторы

Операторы вычисления

Системные переменные типа REAL или INT могут быть связаны следующими операторами:

Оператор	Объяснение
+	Сложение
-	Вычитание
*	Умножение
/	- Деление в синхронных действиях $INT / INT \Rightarrow INT$ - Деление в синхронных действиях с результатом REAL посредством использования функции ITOR(): $ITOR(INT) / ITOR(INT) \Rightarrow REAL$ - Деление в программах ЧПУ: $INT / INT \Rightarrow REAL$
DIV	Целочисленное деление: $INT / INT \Rightarrow INT$
MOD	Выделение дробной части (только для типа INT) выводит остаток деления INT Пример: $3 \text{ MOD } 4 = 3$

Примечание

Можно соединять только переменные одного типа.

Операторы сравнения

Оператор	Объяснение
==	равно
>	не равно
<	меньше
>	больше
<=	меньше или равно
>=	больше или равно

Логические операторы

Оператор	Объяснение
NOT	НЕТ
AND	И
OR	ИЛИ
XOR	Исключающее ИЛИ

Побитовые логические операторы

Оператор	Объяснение
B_OR	побитовое ИЛИ
B_AND	побитовое И
B_XOR	побитовое исключающее ИЛИ
B_NOT	побитовое отрицание

Приоритет операторов

При выполнении в синхронном действии у операторов следующий приоритет (самый высокий приоритет: 1):

Прио.	Операторы	Объяснение
1	NOT, B_NOT	Отрицание, побитовое отрицание
2	*, /, DIV, MOD	Умножение, деление
3	+, -	Сложение, вычитание
4	B_AND	побитовое И
5	B_XOR	побитовое исключающее ИЛИ
6	B_OR	побитовое ИЛИ
7	AND	И
8	XOR	исключающее ИЛИ
9	OR	ИЛИ
10	<<	Соединение строк, тип результата STRING
11	==, <>, <, >, >=, <=	Операторы сравнения

Примечание

При использовании нескольких операторов в одном выражении настоятельно рекомендуется устанавливать однозначный приоритет отдельных операторов посредством расстановки скобок "(...)".

Пример условия в одном выражении с несколькими операторами:

Программный код

```
... WHEN ($AA_IM[X] > WERT) AND ($AA_IM[Y] > WERT1) DO ...
```

Функции вычисления

Оператор	Объяснение
SIN()	Синус
COS()	Косинус
TAN()	Тангенс
ASIN()	Арксинус
ACOS()	Арккосинус
ATAN2(,)	Арктангенс2
SQRT()	Квадратный корень

Оператор	Объяснение
ABS()	Величина
POT()	2-я степень (квадрат)
TRUNC()	целая часть Настраиваемая точность для команд сравнения с TRUNC
ROUND ()	Округление до целого числа
LN()	натуральный логарифм
EXP()	Показательная функция (экспонента)

Подробное описание функций см.:

Литература

Руководство по программированию "Расширенное программирование", глава "Гибкое программирование ЧПУ" и далее.

Индексирование

В свою очередь, индекс системных переменных типа "Поле ..." также может быть системной переменной. При этом индекс также обрабатывается в главном ходе в такте интерполяции.

Пример

Программный код

```
... WHEN ... DO $AC_PARAM[ $AC_MARKER[1] ] = 3
```

Ограничения

- Вложения индексирования другими системными переменными запрещены.
- Индекс запрещено образовывать через переменные предварительной обработки. Следовательно, следующий пример **не** разрешен, поскольку \$P_EP – переменная предварительной обработки:
\$AC_PARAM[1] = \$P_EP[\$AC_MARKER[0]]

Таблицы

17.1 Операторы

Примечание

Циклы

В списке операторов содержатся все циклы, которые могут появиться в программе ЧПУ (G-код), т. е. которые можно программировать в редакторе программ через маски или которые требуется программировать при шлифовании без программной поддержки. Не учтены циклы, все еще представленные в системе управления из соображений совместимости, но которые больше не поддаются программированию в редакторе программ SINUMERIK Operate ("Циклы совместимости").

Операторы A ... C

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
:	O	Номер главного кадра ЧПУ, конец метки перехода, связывающий оператор		+		PGAsl
*	O	Оператор для умножения		+		PGAsl
+	O	Оператор для сложения		+		PGAsl
-	O	Оператор для вычитания		+		PGAsl
<	O	Оператор сравнения, меньше		+		PGAsl
<<	O	Связывающий оператор для строк		+		PGAsl
<=	O	Оператор сравнения, меньше равно		+		PGAsl
=	O	Оператор присваивания		+		PGAsl
>=	O	Оператор сравнения, больше равно		+		PGAsl
/	O	Оператор для деления		+		PGAsl
/0		Кадр пропускается (1-й уровень пропуска)°		+		PGsl
...		...				
...		...				
/7		Кадр пропускается (8-й уровень пропуска)				
A	A	Имя оси	м/п	+		PGAsl
A2	A	Ориентация инструмента: Угол RPY или эйлеров угол	п	+		PGAsl
A3	A	Ориентация инструмента: 1-я компонента вектора направления	п	+		PGAsl
A4	A	Ориентация инструмента: 1-я компонента вектора нормали к плоскости на начале кадра	п	+		PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
A5	A	Ориентация инструмента: 1-я компонента вектора нормали к плоскости на конце кадра	п	+		PGAsI
A6	A	Ориентация инструмента: 1-я компонента вектора направления для оси вращения конуса	п	+		PGAsI
A7	A	Ориентация инструмента: 1-я компонента вектора для промежуточной ориентации на боковой поверхности конуса	п	+		PGAsI
ABS	F	Абсолютное значение (величина)		+	+	PGAsI
AC	K	Абсолютное указание размеров координат/позиций	п	+		PGsI
ACC	K	Управление актуальным осевым ускорением	м	+	+	PGsI
ACCLIMA	K	Управление актуальным максимальным осевым ускорением	м	+	+	PGAsI
ACN	K	Абсолютное указание размера для круговых осей, подвод к позиции в отрицательном направлении	п	+		PGsI
ACOS	F	Арккосинус (тригонометрическая функция)		+	+	PGAsI
ACP	K	Абсолютное указание размера для круговых осей, подвод к позиции в положительном направлении	п	+		PGsI
ACTBLOCNO	P	Вывод актуального номера кадра ошибки, даже в случае активности "актуальная индикация кадра подавлена" (DISPLOF)!		+		PGAsI
ADDFRAME	F	Учет и возможная активация измеренного фрейма		+	-	PGAsI, FB1sI (K2)
ADIS	A	Интервал перешлифовки для траекторных функций G1, G2, G3, ...	м	+		PGsI
ADISPOS	A	Интервал перешлифовки для ускоренного хода G0	м	+		PGsI
ADISPOSA	P	Размер окна допуска для IPOBRKA	м	+	+	PGAsI
ALF	A	Угол быстрого отвода	м	+		PGAsI
AMIRROR	G	Программируемое отражение	п	+		PGsI
AND	K	Логическая И		+		PGAsI
ANG	A	Угол линии контура	п	+		PGsI
AP	A	Полярный угол	м/п	+		PGsI
APR	K	Чтение / индикация защиты доступа		+		PGAsI
APRB	K	Чтение права доступа, BTSS		+		PGAsI
APRP	K	Чтение права доступа, программа обработки детали		+		PGAsI
APW	K	Запись защиты доступа		+		PGAsI
APWB	K	Запись права доступа, BTSS		+		PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
APWP	K	Запись права доступа, программа обработки детали		+		PGAsI
APX	K	Определение защиты доступа для выполнения указанного элемента языка		+		PGAsI
AR	A	Апертурный угол	м/п	+		PGsI
AROT	G	Программируемое вращение	п	+		PGsI
AROTS	G	Программируемые вращения фреймов с пространственными углами	п	+		PGsI
AS	K	Макро-определение		+		PGAsI
ASCALE	G	Программируемое масштабирование	п	+		PGsI
ASIN	F	Математическая функция, арксинус		+	+	PGAsI
ASPLINE	G	Акима-сплайн	м	+		PGAsI
ATAN2	F	Арктангенс2		+	+	PGAsI
ATOL	A	Спец. для оси допуск для функций компрессора, сглаживания ориентации и типов перешлифовки	м	+		PGAsI
ATRANS	G	Аддитивное программируемое смещение нулевой точки	п	+		PGsI
AUXFUDEL	P	Удалить вспомогательную функцию спец. для канала из глобального списка		+	-	FB1sI (H2)
AUXFUDELG	P	Удалить все вспомогательные функции группы вспомогательных функций спец. для канала из глобального списка		+	-	FB1sI (H2)
AUXFUMSEQ	P	Определить последовательность вывода для вспомогательных функций M		+	-	FB1sI (H2)
AUXFUSYNC	P	Создать из глобального списка вспомогательных функций полный кадр программы обработки детали для спец. для канала SERUPRO-Ende-ASUP		+	-	FB1sI (H2)
AX	K	Переменный идентификатор оси	м/п	+		PGAsI
AXCTSWE	P	Вращать осевой контейнер		+	-	PGAsI
AXCTSWEC	P	Отмена разрешения на вращение осевого контейнера		+	+	PGAsI
AXCTSWED	P	Вращать осевой контейнер (командная переменная для ввода в эксплуатацию!)		+	-	PGAsI
AXIS	K	Идентификатор оси, адрес оси		+		PGAsI
AXNAME	F	Преобразует входную строку в идентификатор оси		+	-	PGAsI
AXSTRING	F	Преобразует строку номер шпинделя		+	-	PGAsI
AXTOCHAN	P	Затребовать ось для определенного канала. Возможно из программы ЧПУ и из синхронного действия.		+	+	PGAsI
AXTOSPI	F	Преобразует идентификатор оси в индекс шпинделя		+	-	PGAsI
B	A	Имя оси	м/п	+		PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
B2	A	Ориентация инструмента: Угол RPY или эйлеров угол	п	+		PGAsI
B3	A	Ориентация инструмента: Компонента вектора направления	п	+		PGAsI
B4	A	Ориентация инструмента: 2-я компонента вектора нормали к плоскости на начале кадра	п	+		PGAsI
B5	A	Ориентация инструмента: 2-я компонента вектора нормали к плоскости на конце кадра	п	+		PGAsI
B6	A	Ориентация инструмента: 2-я компонента вектора направления для оси вращения конуса	п	+		PGAsI
B7	A	Ориентация инструмента: 2-я компонента вектора для промежуточной ориентации на боковой поверхности конуса	п	+		PGAsI
B_AND	O	Побитовая И		+		PGAsI
B_OR	O	Побитовая ИЛИ		+		PGAsI
B_NOT	O	Побитовое отрицание		+		PGAsI
B_XOR	O	Побитовая исключающая "ИЛИ"		+		PGAsI
BAUTO	G	Определение первого сегмента сплайна через следующие 3 точки	м	+		PGAsI
BLOCK	K	Определяет вместе с кодовым словом ТО обрабатываемый программный блок в косвенном вызове подпрограммы		+		PGAsI
BLSYNC	K	Выполнение обработчика прерываний должно начаться только при следующей смене кадра		+		PGAsI
BNAT ⁶⁾	G	Натуральный переход к первому сплайн-кадру	м	+		PGAsI
BOOL	K	Тип данных: Значение истинности TRUE/FALSE или 1/0		+		PGAsI
BOUND	F	Проверяет, находится ли значение в пределах определенного диапазона значений. Тожество возвращает проверяемое значение.		+	+	PGAsI
BRISK ⁶⁾	G	Скачкообразное ускорение по траектории	м	+		PGAsI
BRISKA	P	Включение скачкообразного ускорения по траектории для запрограммированных осей		+	-	PGAsI
BSPLINE	G	В-сплайн	м	+		PGAsI
BTAN	G	Тангенциальный переход к первому сплайн-кадру	м	+		PGAsI
C	A	Имя оси	м/п	+		PGAsI
C2	A	Ориентация инструмента: Угол RPY или эйлеров угол	п	+		PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
C3	A	Ориентация инструмента: 3-я компонента вектора направления	п	+		PGAsl
C4	A	Ориентация инструмента: 3-я компонента вектора нормали к плоскости на начале кадра	п	+		PGAsl
C5	A	Ориентация инструмента: 3-я компонента вектора нормали к плоскости на конце кадра	п	+		PGAsl
C6	A	Ориентация инструмента: 3-я компонента вектора направления для оси вращения конуса	п	+		PGAsl
C7	A	Ориентация инструмента: 3-я компонента вектора для промежуточной ориентации на боковой поверхности конуса	п	+		PGAsl
CAC	K	Абсолютный подвод к позиции		+		PGAsl
CACN	K	Абсолютный подвод к зафиксированному в таблице значению в отрицательном направлении		+		PGAsl
CACP	K	Абсолютный подвод к зафиксированному в таблице значению в положительном направлении		+		PGAsl
CALCDAT	F	Вычисляет радиус и центр окружности из 3 или 4 точек		+	-	PGAsl
CALCPOSI	F	Проверка нарушения защищенной области, ограничения рабочего поля и программных лимитов		+	-	PGAsl
CALL	K	Косвенный вызов подпрограммы		+		PGAsl
CALLPATH	P	Программируемый маршрут поиска для вызовов подпрограмм		+	-	PGAsl
Cancel	P	Отменить модальное синхронное действие		+	-	FBSYsl
CASE	K	Условное ветвление программы		+		PGAsl
CDC	K	Прямой подвод к позиции		+		PGAsl
CDOF ⁶⁾	G	Выключить контроль столкновений	м	+		PGsl
CDOF2	G	Выключить контроль столкновений, при периферийном 3D-фрезеровании	м	+		PGsl
CDON	G	Включить контроль столкновений	м	+		PGsl
CFC ⁶⁾	G	Постоянная подача на контуре	м	+		PGsl
CFIN	G	Постоянная подача только для внутреннего изгиба, не для наружного изгиба	м	+		PGsl
CFINE	F	Присвоение точного смещения ФРЕЙМ-переменной		+	-	PGAsl
CFTCP	G	Постоянная подача в исходной точке резцов инструмента, траектория центра	м	+		PGsl
Chan	K	Спецификация сферы действия данных		+		PGAsl
CHANDATA	P	Установить номера канала для обращения к данным канала		+	-	PGAsl
CHAR	K	Тип данных: Символ ASCII		+		PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
CHF	A	Фаска; значение = длина фаски	п	+		PGsI
CHKDM	F	Проверка однозначности в магазине		+	-	FBWsl
CHKDNO	F	Проверка однозначности номеров D		+	-	PGAsI
CHR	A	Фаска; значение = длина фаски в направлении движения		+		PGsI
CIC	K	Инкрементальный подвод к позиции		+		PGAsI
CIP	G	круговая интерполяция через промежуточную точку	м	+		PGsI
CLEARM	P	Сброс одной/нескольких меток для координации канала		+	+	PGAsI
CLRINT	P	Выключение прерываний		+	-	PGAsI
CMIRROR	F	отражение на оси координат		+	-	PGAsI
COARSEA	K	Конец движения при достижении "Точного останова грубого"	м	+		PGAsI
COLLPAIR	F	Проверка на отношение к соударяемой паре		+		PGAsI
COMPCAD	G	Включить функцию компрессора COMPCAD	м	+		PGAsI
COMPCURV	G	Включить функцию компрессора COMPCURV	м	+		PGAsI
COMPLETE		Управляющий оператор для выгрузки и загрузки данных		+		PGAsI
COMPOF ⁶⁾	G	Выключить сжатие кадров УП	м	+		PGAsI
COMPON	G	Включить функцию компрессора COMPON	м	+		PGAsI
COMPSURF	G	Включить функцию компрессора COMPSURF	м	+		PGAsI
CONTDCON	P	Включить декодирование контура в табличной форме		+	-	PGAsI
CONTPRON	P	Включение эталонной подготовки		+	-	PGAsI
CORROF	P	Все активные наложенные движения отключаются.		+	-	PGsI
CORRTRAFO	F	Изменение векторов смещения или векторов осей ориентации в кинематической модели станка		+	-	PGAsI
COS	F	Косинус (тригон. функция)		+	+	PGAsI
COUPDEF	P	Определение структуры электронного редуктора / соединения синхронных шпинделей		+	-	PGAsI
COUPDEL	P	Удалить структуру электронного редуктора		+	-	PGAsI
COUPOF	P	Выключить структуру электронного редуктора / синхронную шпиндельную пару		+	-	PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
COUPOFS	P	Отключение структуры электронного редуктора / синхронной шпиндельной пары с остановкой ведомого шпинделя		+	-	PGAsI
COUPON	P	Включить структуру электронного редуктора / синхронную шпиндельную пару		+	-	PGAsI
COUPONC	P	Включение структуры электронного редуктора/пары синхронных шпинделей с передачей предшествующего программирования		+	-	PGAsI
COUPRES	P	Сбросить структуру электронного редуктора		+	-	PGAsI
CP ⁶⁾	G	Движение по траектории	м	+		PGAsI
CPBC	K	Базовое соединение: Критерий смены кадров		+	+	FB3sI (M3)
CPDEF	K	Базовое соединение: Создание модуля сопряжения		+	+	FB3sI (M3)
CPDEL	K	Базовое соединение: Удаление модуля сопряжения		+	+	FB3sI (M3)
CPFMOF	K	Базовое соединение: Поведение ведомой оси при полном выключении		+	+	FB3sI (M3)
CPFMON	K	Базовое соединение: Поведение ведомой оси при включении		+	+	FB3sI (M3)
CPFMSON	K	Базовое соединение: Режим синхронизации		+	+	FB3sI (M3)
CPFPOS	K	Базовое соединение: синхронная позиция ведомой оси		+	+	FB3sI (M3)
CPFRS	K	Базовое соединение: Исходная система координат		+	+	FB3sI (M3)
CPLA	K	Базовое соединение: Определение ведущей оси		+	-	FB3sI (M3)
CPLCTID	K	Базовое соединение: Номер таблицы кривых		+	+	FB3sI (M3)
CPLDEF	K	Базовое соединение: Определение ведущей оси и создание модуля сопряжения		+	+	FB3sI (M3)
CPLDEL	K	Базовое соединение: Удаление ведущей оси модуля сопряжения		+	+	FB3sI (M3)
CPLDEN	K	Базовое соединение: Знаменатель коэффициента связи		+	+	FB3sI (M3)
CPLINSC	K	Базовое соединение: Коэффициент масштабирования для входного значения ведущей оси		+	+	FB3sI (M3)
CPLINTR	K	Базовое соединение: Значение смещения для входного значения ведущей оси		+	+	FB3sI (M3)
CPLNUM	K	Базовое соединение: Числитель коэффициента связи		+	+	FB3sI (M3)
CPLOF	K	Базовое соединение: Выключение ведущей оси модуля сопряжения		+	+	FB3sI (M3)

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
CPLON	K	Базовое соединение: Включение ведущей оси модуля сопряжения		+	+	FB3sl (M3)
CPLOUTSC	K	Базовое соединение: Коэффициент масштабирования для выходного значения соединения		+	+	FB3sl (M3)
CPLOUTTR	K	Базовое соединение: Значение смещения для выходного значения соединения		+	+	FB3sl (M3)
CPLPOS	K	Базовое соединение: синхронная позиция ведущей оси		+	+	FB3sl (M3)
CPLSETVAL	K	Базовое соединение: Источник соединения		+	+	FB3sl (M3)
CPMALARM	K	Базовое соединение: Блокировка вывода спец. относящихся к соединению аварийных сообщений		+	+	FB3sl (M3)
CPMBRAKE	K	Базовое соединение: Поведение ведомой оси при определенных сигналах и командах останова		+	-	FB3sl (M3)
CPMPRT	K	Базовое соединение: Поведение соединения при запуске программы обработки детали под поиск кадра через тестирование программы		+	+	FB3sl (M3)
CPMRESET	K	Базовое соединение: Поведение соединения при RESET		+	+	FB3sl (M3)
CPMSTART	K	Базовое соединение: Поведение соединения при запуске программы обработки детали		+	+	FB3sl (M3)
CPMVDI	K	Базовое соединение: Реакция ведомой оси на определенные интерфейсные сигналы ЧПУ/PLC		+	+	FB3sl (M3)
CPOF	K	Базовое соединение: Выключение модуля сопряжения		+	+	FB3sl (M3)
CPON	K	Базовое соединение: Включение модуля сопряжения		+	+	FB3sl (M3)
CPRECOF ⁶⁾	G	Выключение программируемой точности контура	M	+		PGAsl
CPRECON	G	Включение программируемой точности контура	M	+		PGAsl
CPRES	K	Базовое соединение: Активирует сконфигурированные данные соединения синхронных шпинделей		+	-	FB3sl (M3)
CPROT	P	Включить/выключить спец. для канала защищенную область		+	-	PGAsl
CPROTDEF	P	Определение специфической для канала защищенной области		+	-	PGAsl
CPSETTYPE	K	Базовое соединение: Тип соединения		+	+	FB3sl (M3)
CPSYNCOF	K	Базовое соединение: Пороговое значение синхронизации позиций "Грубо"		+	+	FB3sl (M3)
CPSYNCOF2	K	Базовое соединение: Пороговое значение синхронизации позиций "Грубо" 2		+	+	FB3sl (M3)

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
CPSYNCOV	K	Базовое соединение: Пороговое значение синхронизации скорости "Грубо"		+	+	FB3sl (M3)
CPSYNFIP	K	Базовое соединение: Пороговое значение синхронизации позиций "Точно"		+	+	FB3sl (M3)
CPSYNFIP2	K	Базовое соединение: Пороговое значение синхронизации позиций "Точно" 2		+	+	FB3sl (M3)
CPSYNFIV	K	Базовое соединение: Пороговое значение синхронизации скорости "Точно"		+	+	FB3sl (M3)
CR	A	Радиус окружности	п	+		PGsl
CROT	F	Вращение актуальной системы координат		+	-	PGAsl
CROTS	F	Программируемые вращения фрейма с пространственными углами (вращение в указанных осях)	п	+	-	PGsl
CRPL	F	Вращение фрейма в произвольной плоскости		+	-	FB1sl (K2)
CSCALE	F	Коэффициент масштабирования для нескольких осей		+	-	PGAsl
CSPLINE	F	Кубический сплайн	м	+		PGAsl
CT	G	Окружность с тангенциальным переходом	м	+		PGsl
CTAB	F	Определить позицию ведомой оси на основе позиции ведущей оси из таблицы кривых		+	+	PGAsl
CTABDEF	P	Включить определение таблицы		+	-	PGAsl
CTABDEL	P	Удалить таблицу кривых		+	-	PGAsl
CTABEND	P	Выключить определение таблицы		+	-	PGAsl
CTABEXISTS	F	Проверяет таблицу кривых с номером n		+	+	PGAsl
CTABFNO	F	Число еще возможных таблиц кривых в памяти		+	+	PGAsl
CTABFPOL	F	Число еще возможных полиномов в памяти		+	+	PGAsl
CTABFSEG	F	Число еще возможных сегментов кривых в памяти		+	+	PGAsl
CTABID	F	Выводит номер n-ной таблицы кривых		+	+	PGAsl
CTABINV	F	Определить позицию ведущей оси на основе позиции ведомой оси из таблицы кривых		+	+	PGAsl
CTABISLOCK	F	Возвращает состояние блокировки таблицы кривых с номером n		+	+	PGAsl
CTABLOCK	P	Удаление и перезапись, заблокировать		+	+	PGAsl
CTABMEMTYP	F	Возвращает память, в которой создана таблица кривых с номером n.		+	+	PGAsl
CTABMPOL	F	Число макс. возможных полиномов в памяти		+	+	PGAsl
CTABMSEG	F	Число макс. возможных сегментов кривых в памяти		+	+	PGAsl
CTABNO	F	Число определенных таблиц кривых в SRAM или DRAM		+	+	FB3sl (M3)
CTABNOMEM	F	Число определенных таблиц кривых в SRAM или DRAM		+	+	PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
STABPERIOD	F	Возвращает периодичность таблицы кривых с номером n		+	+	PGAsI
STABPOL	F	Число уже использованных полиномов в памяти		+	+	PGAsI
STABPOLID	F	Число использованных таблицей кривых с номером n криволинейных полиномов		+	+	PGAsI
STABSEG	F	Число уже использованных сегментов кривой в памяти		+	+	PGAsI
STABSEGID	F	Число использованных таблицей кривых с номером n сегментов кривой		+	+	PGAsI
STABSEV	F	Выводит конечное значение ведомой оси сегмента таблицы кривых		+	+	PGAsI
STABSSV	F	Выводит стандартное значение ведомой оси сегмента таблицы кривых		+	+	PGAsI
STABTEP	F	Выводит значение ведущей оси на конце таблицы кривых		+	+	PGAsI
STABTEV	F	Выводит значение ведомой оси на конце таблицы кривых		+	+	PGAsI
STABTMAX	F	Выводит макс. значение ведомой оси таблицы кривых		+	+	PGAsI
STABTMIN	F	Выводит мин. значение ведомой оси таблицы кривых		+	+	PGAsI
STABTSP	F	Выводит значение ведущей оси на начале таблицы кривых		+	+	PGAsI
STABTSV	F	Выводит значение ведомой оси на начале таблицы кривых		+	+	PGAsI
STABUNLOCK	P	Снятие блокировки удаления и перезаписи		+	+	PGAsI
CTOL	A	Допуск для функций компрессора, сглаживания ориентации и типов перешлифовки	м	+		PGAsI
CTRANS	F	Смещение нулевой точки для нескольких осей		+	-	PGAsI
CUT2D ⁶⁾	G	Коррекция радиуса 2D	м	+		PGsI
CUT2DD	G	Коррекция радиуса 2½D относительно дифференциального инструмента	м	+		PGsI
CUT2DF	G	Коррекция радиуса 2D, относительно текущего фрейма (наклонная плоскость)	м	+		PGsI
CUT2DFD	G	Коррекция радиуса 2½D относительно дифференциального инструмента, относительно текущего фрейма (наклонная плоскость)	м	+		PGsI
CUT3DC	G	Коррекция радиуса 3D для периферийного фрезерования	м	+		PGAsI
CUT3DCC	G	Коррекция радиуса 3D для периферийного фрезерования с учетом ограничивающей поверхности с коррекцией радиуса 3D: Контур на поверхности обработки	м	+		PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
CUT3DCCD	G	Коррекция радиуса 3D для периферийного фрезерования с учетом ограничивающей поверхности с дифференциальным инструментом на траектории центра инструмента: Подача к ограничивающей поверхности	м	+		PGAsl
CUT3DCD	G	Коррекция радиуса 3D относительно дифференциального инструмента для периферийного фрезерования	м	+		PGAsl
CUT3DF	G	Коррекция радиуса 3D для торцового фрезерования с изменением ориентации	м	+		PGAsl
CUT3DFD	G	Коррекция радиуса 3D относительно дифференциального инструмента для торцового фрезерования с изменением ориентации	м	+		PGAsl
CUT3DFF	G	Коррекция радиуса 3D для торцового фрезерования с постоянной ориентацией. Ориентация инструмента — это определенное через G17 – G19 и в некоторых случаях повернутое через фрейм направление.	м	+		PGAsl
CUT3DFS	G	Коррекция радиуса 3D для торцового фрезерования с постоянной ориентацией. Ориентация инструмента определена через G17 – G19 и не подвергается воздействию фреймов.	м	+		PGAsl
CUTCONOF ⁶⁾	G	Выключить постоянную коррекцию радиуса	м	+		PGsl
CUTCONON	G	Включить постоянную коррекцию радиуса	м	+		PGsl
CUTMOD	A	Включение изменения данных коррекции для вращающихся инструментов (в сочетании с ориентируемыми инструментальными суппортами)	м	+		PGAsl
CUTMODK	A	Включение изменения данных коррекции для вращающихся инструментов (в сочетании с трансформациями ориентации, определенными посредством кинематических цепочек)	м	+		PGAsl
CYCLE60	C (T)	Цикл гравирования		+		PGAsl
CYCLE61	C (T)	Плоское фрезерование		+		PGAsl
CYCLE62	C (T)	Вызов контура		+		PGAsl
CYCLE63	C (T)	Фрезерование контурного кармана		+		PGAsl
CYCLE64	C (T)	Предварительное сверление контурного кармана		+		PGAsl
CYCLE70	C (T)	Резьбофрезерование		+		PGAsl
CYCLE72	C (T)	Фрезерование траектории		+		PGAsl
CYCLE76	C (T)	Фрезерование прямоугольной цапфы		+		PGAsl
CYCLE77	C (T)	Фрезерование круговой цапфы		+		PGAsl
CYCLE78	C (T)	Сверлильное резьбофрезерование		+		PGAsl
CYCLE79	C (T)	Многогранник		+		PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
CYCLE81	C (T)	Сверление, центрование		+		PGAsI
CYCLE82	C (T)	Сверление, зенкование		+		PGAsI
CYCLE83	C (T)	Глубокое сверление		+		PGAsI
CYCLE84	C (T)	Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона		+		PGAsI
CYCLE85	C (T)	Развертывание		+		PGAsI
CYCLE86	C (T)	Растачивание		+		PGAsI
CYCLE92	C (T)	Отрез		+		PGAsI
CYCLE95	C (T)	Съём припуска вдоль контура		+		PGAsI
CYCLE98	C (T)	Цепочка резьб		+		PGAsI
CYCLE99	C (T)	Нарезание резьбы резцом		+		PGAsI
CYCLE150	C (M)	Индикация / регистрация результатов измерения		+		BNMsl
CYCLE435	C (T)	Вычислить позицию инструмента для правки		+		PGAsI
CYCLE495	C (T)	Профилирование		+		PGAsI
CYCLE750	C (A)	Внутренний рабочий цикл для CYCLE751 ... CYCLE759 (содержит команду MMC для прямого вызова функции)		-		FB3sl (T4)
CYCLE751	C (A)	Открыть / выполнить / закрыть сеанс оптимизации		M		FB3sl (T4)
CYCLE752	C (A)	Добавить ось к сеансу оптимизации		M		FB3sl(T4)
CYCLE753	C (A)	Выбрать режим оптимизации		M		FB3sl (T4)
CYCLE754	C (A)	Добавить / удалить блок данных		M		FB3sl (T4)
CYCLE755	C (A)	Архивировать / восстановить блок данных		M		FB3sl (T4)
CYCLE756	C (A)	Активировать результаты оптимизации		M		FB3sl (T4)
CYCLE757	C (A)	Сохранить данные оптимизации		M		FB3sl (T4)
CYCLE758	C (A)	Изменить значение параметра		M		FB3sl (T4)
CYCLE759	C (A)	Считать значение параметра		M		FB3sl (T4)
CYCLE800	C (T)	Поворот		+		PGAsI
CYCLE801	C (T)	Решетка или матрица		+		PGAsI
CYCLE802	C (T)	Любые позиции		+		PGAsI
CYCLE830	C (T)	Глубокое сверление 2		+		PGAsI
CYCLE832	C (T)	High Speed Settings		+		PGAsI
CYCLE840	C (T)	Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном		+		PGAsI
CYCLE899	C (T)	Фрезерование открытой канавки		+		PGAsI
CYCLE930	C (T)	Выточка		+		PGAsI
CYCLE940	C (T)	Формы канавки		+		PGAsI
CYCLE951	C (T)	Обработка резаньем		+		PGAsI
CYCLE952	C (T)	Прорезание контура		+		PGAsI
CYCLE961	C (M)	Определение положения угла детали (внутри или снаружи) и использование как смещения нулевой точки		+		BNMsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
CYCLE971	C (M)	Калибровка измерительного щупа инструмента, измерение длины инструмента и/или радиуса инструмента (только для технологии фрезерования)		+		BNMsl
CYCLE973	C (M)	Калибровка измерительного щупа детали на поверхности детали или в пазу (только для технологии токарной обработки)		+		BNMsl
CYCLE974	C (M)	Определение нулевой точки детали в выбранной измерительной оси, коррекция инструмента с помощью 1-точечного измерения (только для технологии токарной обработки)		+		BNMsl
CYCLE976	C (M)	Калибровка измерительного щупа детали в калибровочном кольце или на калибровочной сфере полностью в рабочей плоскости или на кромке для определенной оси и направления		+		BNMsl
CYCLE977	C (M)	Определение центра плоскости, а также ширины или диаметра		+		BNMsl
CYCLE978	C (M)	Измерение положения кромки в системе координат детали		+		BNMsl
CYCLE979	C (M)	Измерение центра плоскости, измерение радиуса круговых сегментов		+		BNMsl
CYCLE982	C (M)	Калибровка измерительного щупа инструмента, измерение токарного, сверлильного и фрезероувального инструмента (только для технологии токарной обработки)		+		BNMsl
CYCLE994	C (M)	Определение нулевой точки детали в выбранной измерительной оси с помощью 2-точечного измерения (только для технологии токарной обработки)		+		BNMsl
CYCLE995	C (M)	Измерение наклона шпинделя на станке		+		BNMsl
CYCLE996	C (M)	Определение данных, релевантных для кинематических трансформаций, с использованием круговых осей		+		BNMsl
CYCLE997	C (M)	Определение центра и диаметра сферы, измерение центров трех распределенных сфер		+		BNMsl
CYCLE998	C (M)	Определение углового положения поверхности (плоскости) относительно рабочей плоскости, определение угла кромок в системе координат детали		+		BNMsl
CYCLE4071	C (T)	Продольное шлифование с подачей в точке возврата		+		PGAsl
CYCLE4072	C (T)	Продольное шлифование с подачей в точке возврата и сигналом отмены		+		PGAsl
CYCLE4073	C (T)	Продольное шлифование с непрерывной подачей		+		PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
CYCLE4074	C (T)	Продольное шлифование с непрерывной подачей и сигналом отмены		+		PGAsI
CYCLE4075	C (T)	Плоское шлифование с подачей в точке возврата		+		PGAsI
CYCLE4077	C (T)	Плоское шлифование с подачей в точке возврата и сигналом отмены		+		PGAsI
CYCLE4078	C (T)	Плоское шлифование с непрерывной подачей		+		PGAsI
CYCLE4079	C (T)	Плоское шлифование с прерывистой подачей		+		PGAsI

Операторы D ... F

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
D	A	Номер коррекции инструмента		+		PGsI
D0	A	При D0 коррекции для инструмента не действуют.		+		PGsI
DAC	K	Абсолютное покадровое спец. для оси программирование диаметра	c	+		PGsI
DC	K	Абсолютное указание размеров для круговых осей, прямой подвод к позиции	c	+		PGsI
DCI	K	Присвоить класс данных I (= Individual) (только SINUMERIK 828D!)		+		PGAsI
DCM	K	Присвоить класс данных M (= Manufacturer) (только SINUMERIK 828D!)		+		PGAsI
DCU	K	Присвоить класс данных U (= User) (только SINUMERIK 828D!)		+		PGAsI
DEF	K	Определение переменных		+		PGAsI
DEFAULT	K	Ветвь в ветвлении CASE		+		PGAsI
DEFINE	K	Кодовое слово для макроопределений		+		PGAsI
DELAYFSTOF	P	Определить конец области задержки останова	m	+	-	PGAsI
DELAYFSTON	P	Определить начало области задержки останова	m	+	-	PGAsI
DELDL	F	Удалить аддитивные коррекции		+	-	PGAsI
DELDTG	P	Стирание остатка пути		-	+	FBSYsI
DELETE	P	Удалить указанный файл. Имя файла может быть указано с маршрутом и идентификатором файла.		+	-	PGAsI
DELMLOWNER	F	Удалить место в собственном магазине инструмента		+	-	FBWsI
DELMRES	F	Удалить резервирование места в магазине		+	-	FBWsI
DELMT	P	Удалить мультиинструмент		+	-	FBWsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
DELOBJ	F	Удаление элементов кинематических цепочек, защищенных областей, элементов защищенных областей, соударяемых пар и данных трансформаций		+		PGAsl
DELT	P	Удалить инструмент		+	-	FBWsl
DELTC	P	Удалить блок данных инструментального суппорта		+	-	FBWsl
DELTOOLENV	F	Удалить блоки данных для описания инструментального окружения		+	-	PGAsl
DIACYCOFA	K	Спец. для оси модальное программирование диаметра: ВЫКЛ в циклах	м	+		FB1sl (P1)
DIAM90	G	Программирование диаметра для G90, программирование радиуса для G91	м	+		PGAsl
DIAM90A	K	Спец. для оси модальное программирование диаметра для G90 и AC, программирование радиуса для G91 и IC	м	+		PGsl
DIAMCHAN	K	Передача всех осей из MD функций осей в состояние канала программирования диаметра		+		PGsl
DIAMCHANA	K	Применение состояния канала программирования диаметра		+		PGsl
DIAMCYCOF	G	Спец. для канала программирование диаметра: ВЫКЛ в циклах	м	+		FB1sl (P1)
DIAMOF ⁶⁾	G	Программирование диаметра: ВЫКЛ Первичная установка см. Изготовитель станка	м	+		PGsl
DIAMOFA	K	Спец. для оси модальное программирование диаметра: ОТКЛ Первичная установка см. Изготовителя станка	м	+		PGsl
DIAMON	G	Программирование диаметра: ВКЛ	м	+		PGsl
DIAMONA	K	Спец. для оси модальное программирование диаметра: ВКЛ Активация см. Изготовитель станка	м	+		PGsl
DIC	K	Относительное покадровое спец. для оси программирование диаметра	с	+		PGsl
DILF	A	Путь обратного хода (длина)	м	+		PGsl
Disable	P	Прерывание ВЫКЛ.		+	-	PGAsl
DISC	A	Выступ переходного круга коррекции радиуса инструмента	м	+		PGsl
DISCL	A	Расстояние от конечной точки быстрого движения подачи до плоскости обработки		+		PGsl
DISPLOF	PA	Подавление актуальной индикации кадра		+		PGAsl
DISPLON	PA	Отменить подавление актуальной индикации кадра		+		PGAsl
DISPR	A	Рассогласование траектории Repos	с	+		PGAsl
DISR	A	Интервал Repos	с	+		PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
DISRP	A	Расстояние от плоскости отвода до плоскости обработки при мягком подводе и отводе		+		PGsl
DITE	A	Выход резьбы	м	+		PGsl
DITS	A	Вход резьбы	м	+		PGsl
DIV	K	Целочисленное деление		+		PGAsl
DL	A	Выбрать зависящую от места аддитивную коррекцию инструмента (DL, суммарная отладочная коррекция)	м	+		PGAsl
DO	A	Кодовое слово для синхронного действия, запускает действие при выполненном условии		-	+	FBSYsl
DRFOF	P	Выключение смещений маховичком (DRF)	м	+	-	PGsl
DRIVE	G	Ускорение по траектории в зависимости от скорости	м	+		PGAsl
DRIVEA	P	Включение ломаной характеристики ускорения для запрограммированных осей		+	-	PGAsl
DYNFINISH	G	Динамика для чистовой обработки точной	м	+		PGAsl
DYNNORM ⁶⁾	G	Обычная динамика	м	+		PGAsl
DYNPOS	G	Динамика для режима позиционирования, нарезание внутренней резьбы	м	+		PGAsl
DYNROUGH	G	Динамика для черновой обработки	м	+		PGAsl
DYNSEMIFIN	G	Динамика для чистовой обработки	м	+		PGAsl
DZERO	P	Обозначает все номера D блока TO как недействительные		+	-	PGAsl
EAUTO	G	Определение последнего сегмента сплайна через последние 3 точки	м	+		PGAsl
EGDEF	P	Определение электронного редуктора		+	-	PGAsl
EGDEL	P	Удалить определение соединения для ведомой оси		+	-	PGAsl
EGOFC	P	Непрерывное выключение электронного редуктора		+	-	PGAsl
EGOFS	P	Селективное выключение электронного редуктора		+	-	PGAsl
EGON	P	Включение электронного редуктора		+	-	PGAsl
EGONSYN	P	Включение электронного редуктора		+	-	PGAsl
EGONSYNE	P	Включение электронного редуктора, с задаче режима пуска		+	-	PGAsl
ELSE	K	Ветвление программы, если условие IF не выполнено		+		PGAsl
Enable	P	Прерывание ВКЛ.		+	-	PGAsl
ENAT ⁶⁾	G	Натуральный криволинейный переход к следующему кадру перемещения	м	+		PGAsl
ENDFOR	K	Конечная строка цикла вычисления FOR		+		PGAsl
ENDIF	K	Конечная строка ветвления IF		+		PGAsl
ENDLABEL	K	Метка конца для повторений программы обработки детали через REPEAT		+		PGAsl, FB1sl (K1)

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
ENDLOOP	K	Конечная строка бесконечного программного цикла LOOP		+		PGAsl
ENDPROC	K	Конечная строка программы с начальной строкой PROC		+		
ENDWHILE	K	Конечная строка цикла WHILE		+		PGAsl
ESRR	P	Спараметрировать автономный отвода привода ESR в приводе		+		PGAsl
ESRS	P	Спараметрировать автономный останов привода ESR в приводе		+		PGAsl
ETAN	G	Тангенциальный криволинейный переход к следующему кадру перемещения на начале сплайна	м	+		PGAsl
EVERY	K	Выполнить синхронное действие при переходе условия с FALSE на TRUE		-	+	FBSYsl
Ex	K	Кодовое значение для присвоения значения при экспоненциальной форме записи		+		PGAsl
EXECSTRING	P	Передача переменной String с исполняемой строкой программы обработки детали		+	-	PGAsl
EXECTAB	P	Обработать элемент из таблицы движений		+	-	PGAsl
EXECUTE	P	Выполнение программы ВКЛ		+	-	PGAsl
exp	F	Показательная функция ex		+	+	PGAsl
EXTCALL	A	Выполнить внешнюю подпрограмму		+	+	PGAsl
EXTCLOSE	P	Для записи закрыть открытое внешнее устройство/файл		+	-	PGAsl
EXTERN	K	Публикация подпрограммы с передачей параметров		+		PGAsl
EXTOPEN	P	Открыть внешнее устройство/файл для канала для записи		+	-	PGAsl
F	A	Значение подачи (вместе с G4 с F программируется и время ожидания)		+	+	PGsl
FA	K	Осевая подача	м	+	+	PGsl
FAD	A	Подача на ход для мягкого подвода и отвода		+		PGsl
false	K	Логическая постоянная: неверно		+	+	PGAsl
FB	A	Покадровая подача		+		PGsl
FCTDEF	P	Определение функции полинома		+	-	PGAsl
FCUB	G	подача изменяется по кубическому сплайну	м	+		PGAsl
FD	A	Подача по траектории для наложения маховичка	с	+		PGsl
FDA	K	Осевая подача для наложения маховичка	с	+		PGsl
FENDNORM ⁶⁾	G	Замедление на углах ВЫКЛ	м	+		PGAsl
FFWOF ⁶⁾	G	Предупреждение ВЫКЛ	м	+		PGAsl
FFWON	G	Предупреждение Вкл	м	+		PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
FGREF	K	Исходный радиус для круговых осей или коэффициенты соотношения траекторий для осей ориентации (векторная интерполяция)	M	+		PGsl
FGROUP	P	Определение оси(ей) с подачей по траектории		+	-	PGsl
FI	K	Параметры для доступа к данным фрейма: Точное смещение		+		PGAsl
FIFOCTRL	G	Управление буфером предварительной обработки	M	+		PGAsl
FILEDATE	P	Выводит дату последнего обращения по записи к файлу		+	-	PGAsl
FILEINFO	P	Выводит сумму FILEDATE, FILESIZE, FILESTAT и FILETIME		+	-	PGAsl
FILESIZE	P	Выводит актуальный размер файла		+	-	PGAsl
FILESTAT	P	Выводит состояние файла прав чтения, записи, исполнения, индикации, удаления (rwxsd)		+	-	PGAsl
FILETIME	P	Выводит время последнего обращения по записи к файлу		+	-	PGAsl
FINEA	K	Конец движения при достижении "Точного останова точного"	M	+		PGAsl
FL	K	Предельная скорость для синхронных осей	M	+		PGsl
FLIN	G	подача изменяется линейно	M	+		PGAsl
FMA	K	Несколько осевых подач	M	+		PGsl
FNORM ⁶⁾	G	обычная подача по DIN66025	M	+		PGAsl
FOC	K	Действующее покадровое ограничение момента/силы	C	-	+	FBSYsl
FOCOF	K	Выключение модального ограничения момента/силы	M	-	+	FBSYsl
FOCON	K	Включение модального ограничения момента/силы	M	-	+	FBSYsl
FOR	K	Цикл вычисления с фиксированным числом проходов		+		PGAsl
FP	A	Фиксированная точка: номер фикс. точки, к которой осуществляется подвод	C	+		PGsl
FPO	K	Запрограммированная через полином характеристика подачи		+		PGAsl
FPR	P	Обозначение круговой оси		+	-	PGsl
FPRAOF	P	Выключение окружной подачи		+	-	PGsl
FPRAON	P	Включение окружной подачи		+	-	PGsl
FRAME	K	Тип данных для определения систем координат		+		PGAsl
FRC	A	Подача для радиуса и фаски	C	+		PGsl
FRCM	A	Модальная подача для радиуса и фаски	M	+		PGsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾ Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
From	K	Операция выполняется, если условие выполнено один раз и пока активно синхронное действие		-	+	FBSYsl
FTOC	P	Изменить точную коррекцию инструмента		-	+	FBSYsl
FTOCOF ⁶⁾	G	действующая online точная коррекция инструмента ВЫКЛ	м	+		PGAsl
FTOCON	G	действующая online точная коррекция инструмента ВКЛ	м	+		PGAsl
FXS	K	Наезд на жесткий упор вкл	м	+	+	PGsl
FXST	K	Граница момента для наезда на жесткий упор	м	+	+	PGsl
FXSW	K	Окно контроля для наезда на жесткий упор		+	+	PGsl
FZ	K	Подача на зуб	м	+		PGsl

Операторы G ... L

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
G0	G	Линейная интерполяция с ускоренным ходом (движение ускоренного хода)	м	+		PGsl
G1 ⁶⁾	G	Линейная интерполяция с подачей	м	+		PGsl
G2	G	Круговая интерполяция по часовой стрелке	м	+		PGsl
G3	G	Круговая интерполяция против часовой стрелки	м	+		PGsl
G4	G	Время ожидания, заранее определено по времени	с	+		PGsl
G5	G	Шлифование с врезанием с угловой подачей	с	+		PGAsl
G7	G	Компенсационное движение при шлифовании с врезанием с угловой подачей	с	+		PGAsl
G9	G	Точный останов - снижение скорости	с	+		PGsl
G17 ⁶⁾	G	Выбор рабочей плоскости X/Y	м	+		PGsl
G18	G	Выбор рабочей плоскости Z/X	м	+		PGsl
G19	G	Выбор рабочей плоскости Y/Z	м	+		PGsl
G25	G	Нижнее ограничение рабочего поля	с	+		PGsl
G26	G	Верхнее ограничение рабочего поля	с	+		PGsl
G33	G	Резьбонарезание с постоянным шагом	м	+		PGsl
G34	G	Резьбонарезание с линейной увеличивающимся шагом	м	+		PGsl
G35	G	Резьбонарезание с линейной уменьшающимся шагом	м	+		PGsl
G40 ⁶⁾	G	Коррекция радиуса инструмента ВЫКЛ.	м	+		PGsl
G41	G	Коррекция радиуса инструмента слева от контура	м	+		PGsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
G42	G	Коррекция радиуса инструмента справа от контура	м	+		PGsl
G53	G	Подавление актуального смещения нулевой точки (покадрово)	с	+		PGsl
G54	G	1-е устанавливаемое смещение нулевой точки	м	+		PGsl
G55	G	2-е настраиваемое смещение нулевой точки	м	+		PGsl
G56	G	3-е настраиваемое смещение нулевой точки	м	+		PGsl
G57	G	4-е настраиваемое смещение нулевой точки	м	+		PGsl
G58 (840D sl)	G	Абсолютное программируемое смещение нулевой точки (грубое смещение)	с	+		PGsl
G58 (828D)	G	5-е настраиваемое смещение нулевой точки	м	+		PGsl
G59 (840D sl)	G	Аддитивное программируемое смещение нулевой точки (точное смещение)	с	+		PGsl
G59 (828D)	G	6-е настраиваемое смещение нулевой точки	м	+		PGsl
G60 ⁶⁾	G	Точный останов - снижение скорости	м	+		PGsl
G62	G	Задержка на внутренних углах при активной коррекции радиуса инструмента (G41, G42)	м	+		PGAsl
G63	G	Нарезание внутренней резьбы с компенсирующим патроном	с	+		PGsl
G64	G	Режим управления траекторией	м	+		PGsl
G70	G	Дюймовое указание размеров для геометрических данных (длины)	м	+	+	PGsl
G71 ⁶⁾	G	Метрическое указание размеров для геометрических данных (длины)	м	+	+	PGsl
G74	G	Движение к точке реферирования	с	+		PGsl
G75	G	Подвод к базисной точке	с	+		PGsl
G90 ⁶⁾	G	Абсолютное указание размера	м/с	+		PGsl
G91	G	Указание составного размера	м/с	+		PGsl
G93	G	Обратная по времени подача 1/мин	м	+		PGsl
G94 ⁶⁾	G	Линейная подача F в мм/мин или дюймов/мин и градусах/мин	м	+		PGsl
G95	G	Окружная подача F в мм/об или дюймов/оборот	м	+		PGsl
G96	G	Окружная подача (как у G95) и постоянная скорость резания	м	+		PGsl
G97	G	Окружная подача и постоянная частота вращения шпинделя (постоянная скорость резания ВЫКЛ)	м	+		PGsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
G110	G	Программирование полюса относительно последней запрограммированной заданной позиции	c	+		PGsl
G111	G	Программирование полюса относительно нулевой точки актуальной системы координат детали	c	+		PGsl
G112	G	Программирование полюса относительно последнего действующего полюса	c	+		PGsl
G140 ⁶⁾	G	Направление подвода SAR установлено через G41/G42	m	+		PGsl
G141	G	Направление подвода SAR слева от контура	m	+		PGsl
G142	G	Направление подвода SAR справа от контура	m	+		PGsl
G143	G	Направление подвода SAR зависимое от касательных	m	+		PGsl
G147	G	Мягкий подвод по прямой	c	+		PGsl
G148	G	Мягкий отвод по прямой	c	+		PGsl
G153	G	Подавление актуальных фреймов включая базовый фрейм	c	+		PGsl
G247	G	Мягкий подвод по четверти круга	c	+		PGsl
G248	G	Мягкий отвод по четверти круга	c	+		PGsl
G290 ⁶⁾	G	Переключение на режим SINUMERIK ВКЛ.	m	+		FBWsl
G291	G	Переключение на режим ISO2/3 ВКЛ.	m	+		FBWsl
G331	G	Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона, положительный шаг, правый ход	m	+		PGsl
G332	G	Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона, отрицательный шаг, левый ход	m	+		PGsl
G335	G	Нарезание резьбы с выпуклым профилем по часовой стрелке	m	+		PGsl
G336	G	Нарезание резьбы с выпуклым профилем против часовой стрелки	m	+		PGsl
G340 ⁶⁾	G	Кадр подвода пространственный (по глубине и в плоскости одновременно (спираль))	m	+		PGsl
G341	G	Подача сначала в вертикальной оси (z), потом подвод в плоскости	m	+		PGsl
G347	G	Мягкий подвод по полукругу	c	+		PGsl
G348	G	Мягкий отвод по полукругу	c	+		PGsl
G450 ⁶⁾	G	Переходная окружность	m	+		PGsl
G451	G	Точка пересечения эквидистант	m	+		PGsl
G460 ⁶⁾	G	Включение контроля столкновения для кадра подвода и отвода	m	+		PGsl
G461	G	Вставка окружности в кадре КРИ	m	+		PGsl
G462	G	Вставка прямой в кадре КРИ	m	+		PGsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
G500 ⁶⁾	G	Отключение всех устанавливаемых фреймов, базовые фреймы активны	м	+		PGsl
G505 ... G599	G	5. ... 99. Устанавливаемое смещение нулевой точки	м	+		PGsl
G601 ⁶⁾	G	Смена кадра при точном останове точном	м	+		PGsl
G602	G	Смена кадра при точном останове грубом	м	+		PGsl
G603	G	Смена кадра при конце кадра IPO	м	+		PGsl
G621	G	Замедление на всех углах	м	+		PGAsl
G641	G	Режим управления траекторией с перешлифовкой по критерию пути (= программируемый интервал перешлифовки)	м	+		PGsl
G642	G	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков	м	+		PGsl
G643	G	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков (внутри кадра)	м	+		PGsl
G644	G	Режим управления траекторией с перешлифовкой с макс. возможной динамикой	м	+		PGsl
G645	G	Режим управления траекторией с перешлифовкой углов с тангенциальными переходами кадров с соблюдением определенных допусков	м	+		PGsl
G700	G	Дюймовое указание размеров для геометрических и технологических данных (длины, подача)	м	+	+	PGsl
G710 ⁶⁾	G	Метрическое указание размеров для геометрических и технологических данных (длины, подача)	м	+	+	PGsl
G810 ⁶⁾ , ..., G819	G	Зарезервированная для пользователя OEM G-группа		+		PGAsl
G820 ⁶⁾ , ..., G829	G	Зарезервированная для пользователя OEM G-группа		+		PGAsl
G931	G	Задача подачи через время перемещения, отключение постоянной скорости движения по траектории	м	+		
G942	G	Линейная подача и постоянная скорость резания или "замораживание" частоты вращения шпинделя	м	+		
G952	G	Окружная подача и постоянная скорость резания или "замораживание" частоты вращения шпинделя	м	+		
G961	G	Линейная подача (как у G94) и постоянная скорость резания	м	+		PGsl
G962	G	Линейная подача или окружная подача и постоянная скорость резания	м	+		PGsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
G971	G	Линейная подача и постоянная частота вращения шпинделя (постоянная скорость резания ВЫКЛ)	м	+		PGsl
G972	G	Линейная подача или окружная подача и постоянная частота вращения шпинделя (постоянная скорость резания ВЫКЛ)	м	+		PGsl
G973	G	Окружная подача без ограничения частоты вращения шпинделя и постоянная частота вращения шпинделя (G97 без LIMS для режима ISO)	м	+		PGsl
GEOAX	P	Согласовать с гео-осями 1 - 3 новые оси канала		+	-	PGAsl
GET	P	Переход разрешенной оси между каналами		+	+	PGAsl
GETACTT	F	Определяет активный инструмент из группы инструментов с одинаковым именем		+	-	FBWsl
GETACTTD	F	Определяет для абсолютного номера D соответствующий номер T		+	-	PGAsl
GETD	P	Прямой переход оси между каналами		+	-	PGAsl
GETDNO	F	Выводит номер D резца (CE) инструмента (T)		+	-	PGAsl
GETEXET	P	Чтение установленного номера T		+	-	FBWsl
GETFREELOC	P	Поиск свободного места в магазинах для данного инструмента		+	-	FBWsl
GETSELT	P	Вывести предварительно выбранный номер T		+	-	FBWsl
GETT	F	Определить номер T для имени инструмента		+	-	FBWsl
GETTCOR	F	Считать длину или компоненты длины инструмента		+	-	PGAsl
GETTENV	F	Чтение номеров T, D и DL		+	-	PGAsl
GETVARAP	F	Чтение права доступа к системной переменной/переменной пользователя		+	-	PGAsl
GETVARDFT	F	Чтение стандартного значения системной переменной/переменной пользователя		+	-	PGAsl
GETVARLIM	F	Чтение предельных значений системной переменной/переменной пользователя		+	-	PGAsl
GETVARPHU	F	Чтение физической единицы системной переменной/переменной пользователя		+	-	PGAsl
GETVARTYP	F	Чтение типа данных системной переменной/переменной пользователя		+	-	PGAsl
GFRAME0 ... GFRAME100	G	Активация фрейма шлифования <n> для сохранения данных в канале	м	+		PGsl
GOTO	K	Оператор перехода сначала вперед, потом назад (сначала в направлении конца программы, а после к началу программы)		+		PGAsl
GOTOB	K	Оператор перехода назад (в направлении начала программы)		+		PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
GOTOC	K	Как GOTO, но подавление ошибки 14080 "Цель перехода не найдена"		+		PGAsI
GOTOF	K	Оператор перехода вперед (в направлении конца программы)		+		PGAsI
GOTOS	K	Возврат в начало программы		+		PGAsI
GP	K	Кодовое слово для косвенного программирования атрибутов позиции		+		PGAsI
GROUP_ADDEND	C (T)	Конец – дополнение подведения		+		PGAsI
GROUP_BEGIN	C (T)	Начало – блок программы		+		PGAsI
GROUP_END	C (T)	Конец – блок программы		+		PGAsI
GWPSOF	P	Отмена постоянной окружной скорости круга (SUG)	c	+	-	PGsI
GWPSON	P	Выбор постоянной окружной скорости круга (SUG)	c	+	-	PGsI
H...	A	Вывод вспомогательных функций на PLC		+	+	PGsI/FB1sI (H2)
HOLES1	C (T)	Ряд отверстий		+		PGAsI
HOLES2	C (T)	Окружность отверстий		+		PGAsI
I	A	Параметры интерполяции	c	+		PGsI
I1	A	Координата промежуточной точки	c	+		PGsI
IC	K	Ввод составного размера	c	+		PGsI
ICYCOF	P	Выполнить все кадры технологического цикла после ICYCOF в одном такте IPO		+	+	FBSYsI
ICYCON	P	Выполнить каждый кадр технологического цикла после ICYCON в отдельном такте IPO		+	+	FBSYsI
ID	K	Обозначение для модальных синхронных действий	m	-	+	FBSYsI
IDS	K	Обозначение для модальных статических синхронных действий		-	+	FBSYsI
IF	K	Ввод условного перехода в программе обработки детали / технологическом цикле		+	+	PGAsI
INDEX	F	Определить индекс символа во входной строке		+	-	PGAsI
INICF	K	Инициализация переменных при NEWCONF		+		PGAsI
INIPO	K	Инициализация переменных при PowerOn		+		PGAsI
INIRE	K	Инициализация переменных при Reset		+		PGAsI
INIT	P	Выбор определенной программы ЧПУ для выполнения в определенном канале		+	-	PGAsI
INITIAL		Создание файла INI по всем областям		+		PGAsI
INT	K	Тип данных: Целочисленное значение со знаком		+		PGAsI
INTERSEC	F	Вычислить точку пересечения между двумя элементами контура		+	-	PGAsI
INVCCW	G	Движение по эвольвенте, против часовой стрелки	m	+		PGsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
INVCW	G	Движение по эвольвенте, по часовой стрелке	м	+		PGsl
INVFRAME	F	Вычислить из фрейма инверсный фрейм		+	-	FB1sl (K2)
IP	K	Переменный параметр интерполяции		+		PGAsl
IPOBRKA	P	Критерий движения от точки применения рампы торможения	м	+	+	
IPOENDA	K	Конец движения при достижении "IPO-Stop"	м	+		PGAsl
IPTRLOCK	P	"Заморозить" начало непригодного для поиска сегмента программы на следующем кадре функций станка.	м	+	-	PGAsl
IPTRUNLOCK	P	Установить конец непригодного для поиска сегмента программы на актуальный на момент прерывания кадр.	м	+	-	PGAsl
IR	A	Координата центра окружности (направление X) при нарезании резьбы с выпуклым профилем		+		PGsl
ISAXIS	F	Проверить, указанная как параметр геосось это 1		+	-	PGAsl
ISD	A	Глубина врезания	м	+		PGAsl
ISFILE	F	Проверить, есть ли файл в прикладной памяти ЧПУ		+	-	PGAsl
ISNUMBER	F	Проверить, может ли входная строка быть преобразована в число		+	-	PGAsl
ISOCALL	K	Косвенный вызов запрограммированной на языке ISO программы		+		PGAsl
ISVAR	F	Проверить, содержит ли передаваемый параметр известную в ЧПУ переменную		+	-	PGAsl
J	A	Параметры интерполяции	с	+		PGsl
J1	A	Координата промежуточной точки	с	+		PGsl
JERKA	P	Активировать установленные через MD параметры ускорения для запрограммированных осей		+	-	
JERKLIM	K	Уменьшение или увеличение макс. осевого рывка	м	+		PGAsl
JERKLIMA	K	Уменьшение или увеличение макс. осевого рывка	м	+	+	PGAsl
JR	A	Координата центра окружности (направление Y) при нарезании резьбы с выпуклым профилем		+		PGsl
K	A	Параметры интерполяции	с	+		PGsl
K1	A	Координата промежуточной точки	с	+		PGsl
KONT	G	Обход контура при коррекции инструмента	м	+		PGsl
KONTC	G	Подвод/отвод с полиномом с постоянным изгибом	м	+		PGsl
KONTT	G	Подвод/отвод с полиномом с постоянным касанием	м	+		PGsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
KR	A	Координата центра окружности (направление Z) при нарезании резьбы с выпуклым профилем		+		PGsI
I	A	Номер подпрограммы	c	+	+	PGAsI
LEAD	A	Угол предварения 1. Ориентация инструмента 2. Полином ориентации	m	+		PGAsI
LEADOF	P	Осевое соединение по главному значению ВЫКЛ		+	+	PGAsI
LEADON	P	Осевое соединение по главному значению ВКЛ		+	+	PGAsI
LENTOAX	F	Выводит информацию по согласованию длин инструмента L1, L2 и L3 активного инструмента с абсциссой, ординатой и аппликатой		+	-	PGAsI
LFOF ⁶⁾	G	Быстрый обратный ход для резьбонарезания ВЫКЛ	m	+		PGsI
LFON	G	Быстрый обратный ход для резьбонарезания ВКЛ	m	+		PGsI
LFPOS	G	Обратный ход обозначенной с POLFMASK или POLFMLIN оси на запрограммированную с POLF абсолютную позицию оси	m	+		PGsI
LFTXT ⁶⁾	G	Плоскость движения обратного хода при быстром отводе определяется из касательной к траектории и актуального направления инструмента	m	+		PGsI
LFWP	G	Плоскость движения обратного хода при быстром отводе определяется через актуальную рабочую плоскость (G17/G18/G19)	m	+		PGsI
LIFTFAST	K	Быстрый отвод		+		PGsI
LIMS	K	Ограничение частоты вращения при G96/G961 и G97	m	+		PGsI
LLI	K	Нижнее предельное значение переменной		+		PGAsI
LN	F	Натуральный логарифм		+	+	PGAsI
LOCK	P	Блокировать синхронное действие с ID (остановить технологический цикл)		-	+	FBSYsI
LONGHOLE	C (T)	Продольный паз		+		PGAsI
LOOP	K	Начало бесконечного цикла		+		PGAsI

Операторы M ... R

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
M0		Запрограммированная остановка		+	+	PGsI
M1		Остановка по выбору		+	+	PGsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
M2		Конец главной программы (как M30)		+	+	PGsl
M3		Правое направление вращения шпинделя		+	+	PGsl
M4		Левое направление вращения шпинделя		+	+	PGsl
M5		Остановка шпинделя		+	+	PGsl
M6		Смена инструмента		+	+	PGsl
M17		Конец подпрограммы		+	+	PGsl
M19		Позиционирование шпинделя на введенную в SD43240 позицию		+	+	PGsl
M30		Конец главной программы (как M2)		+	+	PGsl
M40		Автоматическое переключение редуктора		+	+	PGsl
M41 ... M45		Ступень редуктора 1 ... 5		+	+	PGsl
M70		Переход в осевой режим		+	+	PGsl
MASLDEF	P	Определить структуру осей Master/Slave		+	+	PGAsl
MASLDEL	P	Разъединить структуру осей Master/Slave и удалить определение структуры		+	+	PGAsl
MASLOF	P	Отключение временного соединения		+	+	PGAsl
MASLOFS	P	Отключение временного соединения с автоматическим остановом оси Slave		+	+	PGAsl
MASLON	P	Включение временного соединения		+	+	PGAsl
MATCH	F	Поиск строки в строке		+	-	PGAsl
MAXVAL	F	Большее значение двух переменных (арифм. функция)		+	+	PGAsl
MCALL	K	Модальный вызов подпрограммы		+		PGAsl
MEAC	K	Осевое непрерывное измерение без стирания остатка пути	п	+	+	PGAsl
MEAFRAME	F	Вычисление фрейма из точек измерения		+	-	PGAsl
MEAS	A	Измерение со стиранием остатка пути	п	+		PGAsl
MEASA	K	Осевое измерение со стиранием остатка пути	п	+	+	PGAsl
MEASURE	F	Метод вычислений для измерения детали и инструмента		+	-	FB1sl (M5)
MEAW	A	Измерение без стирания остатка пути	п	+		PGAsl
MEAWA	K	Осевое измерение без стирания остатка пути	п	+	+	PGAsl
MI	K	Доступ к данным фрейма: Отражение		+		PGAsl
MINDEX	F	Определить индекс символа во входной строке		+	-	PGAsl
MINVAL	F	Меньшее значение двух переменных (арифм. функция)		+	+	PGAsl
MIRROR	G	Программируемое отражение	п	+		PGAsl
MMC	P	Интерактивный вызов диалоговых окон на HMI из программы обработки детали		+	-	PGAsl
MOD	K	Выделение дробной части		+		PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
MODAXVAL	F	Определить позицию модулю круговой оси модулю		+	-	PGAsI
MOV	K	Запустить позиционирующую ось		-	+	FBSYsI
MOVt	A	Указать конечную точку движения перемещения в направлении инструмента				FB1(K2)
MSG	P	Программируемые сообщения	M	+	-	PGsI
MVTOOL	P	Языковая команда для движения инструмента		+	-	FBWsI
n	A	Номер вспомогательного кадра ЧПУ		+		PGsI
NAMETOINT	F	Определение индекса системной переменной		+		PGAsI
ЧПУ	K	Спецификация сферы действия данных		+		PGAsI
NEWCONF	P	Применить измененные машинные данные (соответствует "Активировать машинные данные")		+	-	PGAsI
NEWMt	F	Создать новый мультиинструмент		+	-	FBWsI
NEWt	F	Создать новый инструмент		+	-	FBWsI
NORM ⁶⁾	G	Обычная установка в начальной, конечной точке при коррекции инструмента	M	+		PGsI
NOT	K	Логическая НЕ (отрицание)		+		PGAsI
NPROT	P	Специфическая для станка защищенная область ВКЛ/ВЫКЛ		+	-	PGAsI
NPROTDEF	P	Определение специфической для станка защищенной области		+	-	PGAsI
NUMBER	F	Преобразовать входную строку в число		+	-	PGAsI
OEMIPO1	G	Интерполяция OEM 1	M	+		PGAsI
OEMIPO2	G	Интерполяция OEM 2	M	+		PGAsI
OF	K	Кодовое слово в ветвлении CASE		+		PGAsI
OFFN	A	Припуск к запрограммированному контуру	M	+		PGsI
OMA1	A	Адрес OEM 1	M	+		PGAsI
OMA2	A	Адрес OEM 2	M	+		PGAsI
OMA3	A	Адрес OEM 3	M	+		PGAsI
OMA4	A	Адрес OEM 4	M	+		PGAsI
OMA5	A	Адрес OEM 5	M	+		PGAsI
OR	K	Логический оператор, операция ИЛИ		+		PGAsI
ORIXES	G	Линейная интерполяция осей станка или осей ориентации	M	+		PGAsI
ORIXPOS	G	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации с позициями круговых осей	M	+		PGAsI
ORIC ⁶⁾	G	Изменения ориентации на наружных углах накладываются на вставляемый круговой кадр	M	+		PGAsI
ORICONCCW	G	Интерполяция на боковой поверхности окружности против часовой стрелки	M	+		PGAsI/FB3sI (F3)

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
ORICONCW	G	Интерполяция на боковой поверхности окружности по часовой стрелке	м	+		PGAsl/FB3sl (F4)
ORICONIO	G	Интерполяция на боковой поверхности окружности с указанием промежуточной ориентации	м	+		PGAsl/FB3sl (F4)
ORICONTO	G	Интерполяция на боковой поверхности окружности в тангенциальном переходе (указание конечной ориентации)	м	+		PGAsl/FB3sl (F5)
ORICURVE	G	Интерполяция ориентации с задачей движения двух контактных точек инструмента	м	+		PGAsl/FB3sl (F6)
ORID	G	Изменения ориентации выполняются перед круговым кадром	м	+		PGAsl
ORIEULER ⁶⁾	G	Угол ориентации через эйлеров угол	м	+		PGAsl
ORIMKS	G	Ориентация инструмента в системе координат станка	м	+		PGAsl
ORIPATH	G	Ориентация инструмента относительно траектории	м	+		PGAsl
ORIPATHS	G	Ориентация инструмента относительно траектории, изгиб в характеристике ориентации сглаживается	м	+		PGAsl
ORIPANE	G	Интерполяция в плоскости (соответствует ORIVECT) Большая круговая интерполяция	м	+		PGAsl
ORIRESET	P	Первичная установка ориентации инструмента с макс. 3 осями ориентации		+	-	PGAsl
ORIROTA ⁶⁾	G	Угол поворота к заданному абсолютно направлению вращения	м	+		PGAsl
ORIROTC	G	Тангенциальный вектор вращения к касательной к траектории	м	+		PGAsl
ORIROTR	G	Угол поворота относительно плоскости между стартовой и конечной ориентацией	м	+		PGAsl
ORIROTT	G	Угол поворота относительно изменения вектора ориентации	м	+		PGAsl
ORIRPY	G	Угол ориентации через угол RPY (XYZ)	м	+		PGAsl
ORIRPY2	G	Угол ориентации через угол RPY (ZYX)	м	+		PGAsl
ORIS	A	Изменение ориентации	м	+		PGAsl
ORISOF ⁶⁾	G	Сглаживание характеристики ориентации ВКЛ	м	+		PGAsl
ORISOLH	F	Вычисление ориентаций		+		PGAsl
ORISON	G	Сглаживание характеристики ориентации ВКЛ	м	+		PGAsl
ORIVECT ⁶⁾	G	Большая круговая интерполяция (идентично ORIPANE)	м	+		PGAsl
ORIVIRT1	G	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации (определение 1)	м	+		PGAsl
ORIVIRT2	G	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации (определение 1)	м	+		PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
ORIWKS ⁶⁾	G	Ориентация инструмента в системе координат детали	M	+		PGAsI
OS	K	Вкл/выкл качания		+		PGAsI
OSB	K	Качание: Начальная точка	M	+		FB1sl (P5)
OSC	G	Постоянное сглаживание ориентации инструмента	M	+		PGAsI
OSCILL	K	AXIS: 1 - 3 оси подачи	M	+		PGAsI
OSCTRL	K	Опции качания	M	+		PGAsI
OSD	G	Перешлифовка ориентации инструмента через задачу длины перешлифовки с SD	M	+		PGAsI
OSE	K	Конечная точка качания	M	+		PGAsI
OSNSC	K	Качание: Количество выхаживаний	M	+		PGAsI
OSOF ⁶⁾	G	Сглаживание ориентации инструмента ВЫКЛ	M	+		PGAsI
OSP1	K	Качание: левая точка возврата	M	+		PGAsI
OSP2	K	Правая точка возврата качания	M	+		PGAsI
OSS	G	Сглаживание ориентации инструмента на конце кадра	M	+		PGAsI
OSSE	G	Сглаживание ориентации инструмента на начале кадра и на конце кадра	M	+		PGAsI
OST	G	Перешлифовка ориентации инструмента через задачу углового допуска в градусах с SD (макс. отклонение от запрограмм. характеристики ориентации)	M	+		PGAsI
OST1	K	Качание: точка останова в левой точке возврата	M	+		PGAsI
OST2	K	Качание: точка останова в правой точке возврата	M	+		PGAsI
OTOL	A	Допуск ориентации для функций компрессора, сглаживания ориентации и типов перешлифовки	M	+		PGAsI
OVR	K	Коррекция частоты вращения	M	+		PGAsI
OVRA	K	Осевая коррекция частоты вращения	M	+	+	PGAsI
OVERRAP	K	Коррекция ускоренного хода	M	+		PGAsI
P	A	Число прогонов подпрограммы		+		PGAsI
PAROT	G	Точная установка системы координат детали на детали	M	+		PGsI
PAROTOF ⁶⁾	G	Отключить относящееся к детали вращение фрейма	M	+		PGsI
PCALL	K	Вызвать подпрограммы с абсолютным указанием пути и передачей параметров		+		PGAsI
PDELAYOF	G	Задержка при штамповке ВЫКЛ	M	+		PGAsI
PDELAYON ⁶⁾	G	Задержка при штамповке ВКЛ	M	+		PGAsI
PHI	K	Угол поворота ориентации вокруг оси направления конуса		+		PGAsI
PHU	K	Физическая единица переменной		+		PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
PL	A	1. В-сплайн: Расстояние между узловыми точками 2. Полиномиальная интерполяция: длина интервала параметров при полиномиальной интерполяции	п	+		PGAsl
PM	K	В минуту		+		PGsl
po	K	Коэффициент полинома при полиномиальной интерполяции	п	+		PGAsl
POCKET3	C (T)	Фрезерование прямоугольного кармана		+		PGAsl
POCKET4	C (T)	Фрезерование кругового кармана		+		PGAsl
POLF	K	Переходная позиция LIFTFAST	м	+		PGsl/PGAsl
POLFA	P	Запустить переходную позицию отдельных осей с \$AA_ESR_TRIGGER	м	+	+	PGsl
POLFMASK	P	Разрешить оси для обратного хода без связи между осями	м	+	-	PGsl
POLFMLIN	P	Разрешить оси для обратного хода с линейной связью между осями	м	+	-	PGsl
POLY	G	полиномиальная интерполяция	м	+		PGAsl
POLYPATH	P	Полиномиальная интерполяция с возможностью выбора для групп осей AXIS или VECT	м	+	-	PGAsl
PON	G	Штамповка ВКЛ	м	+		PGAsl
PONS	G	Штамповка ВКЛ в такте IPO	м	+		PGAsl
Pos	K	Позиционировать ось		+	+	PGsl
POSA	K	Позиционировать ось за границу кадра		+	+	PGsl
POSM	P	Позиционирование магазина		+	-	FBWsl
POSMT	P	Переместить мультиинструмент в зажиме на номер места		+	-	FBWsl
POSP	K	Посегментное позиционирование (качение)		+		PGsl
POSRANGE	F	Определить, находится ли актуальная интерполированная заданная позиция оси в окне вокруг заданной контрольной позиции		+	+	FBSYsl
POT	F	Квадрат (арифметическая функция)		+	+	PGAsl
PR	K	На оборот		+		PGsl
PREPRO	PA	Обозначить подпрограммы с подготовкой		+		PGAsl
PRESETON	P	Установка фактического значения с потерей состояния реферирования		+	+	PGAsl
PRESETONS	P	Установка фактического значения без потери состояния реферирования		+	+	PGAsl
Prio	K	Кодовое слово для установки приоритета при обработке прерываний		+		PGAsl
PRLOC	K	Инициализация переменных при Reset только после локального изменения		+		PGAsl
PROC	K	Первый оператор программы		+		PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
PROTA	P	Запрос повторного расчета модели столкновений		+		PGAsI
PROTD	F	Определение интервала между двумя защищенными областями		+		PGAsI
PROTS	P	Установка состояния защищенной области		+		PGAsI
PSI	K	Апертурный угол конуса		+		PGAsI
PTP	G	Позиционное движение (PTP-перемещение)	м	+		PGAsI
PTPG0	G	Позиционное движение только для G0, в остальных случаях CP	м	+		PGAsI
PTPWOC	G	Позиционное движение без компенсационных движений, вызванных изменениями ориентации	м	+		PGAsI
PUNCHACC	P	Зависящее от пути ускорение при вырубке		+	-	PGAsI
PUTFTOC	P	Точная коррекция инструмента для параллельной правки		+	-	PGAsI
PUTFTOCF	P	Точная коррекция инструмента в зависимости от установленной с FCTDEF функции для параллельной правки		+	-	PGAsI
PW	A	В-сплайн, вес точки	п	+		PGAsI
Qu	K	Быстрый вывод дополнительной (вспомогательной) функции		+		PGsI
R ...	A	R-параметр и как устанавливаемый идентификатор адреса и с числовым расширением		+		PGAsI
RAC	K	Абсолютное покадровое спец. для оси программирование радиуса	п	+		PGsI
RDISABLE	P	Блокировка загрузки		-	+	FBSYsI
READ	P	Считывает в указанном файле одну или несколько строк и сохраняет считанную информацию в поле		+	-	PGAsI
REAL	K	Тип данных: Переменная с плавающей запятой со знаком (вещественные числа)		+		PGAsI
REDEF	K	Переопределение системных переменных, переменных пользователя и языковых команд ЧПУ		+		PGAsI
RELEASE	P	Разрешить оси станка для перехода оси		+	+	PGAsI
REP	K	Кодовое слово для инициализации всех элементов поля с одним и тем же значением		+		PGAsI
REPEAT	K	Повторение программного цикла		+		PGAsI
REPEATB	K	Повторение программной строки		+		PGAsI
REPOSA	G	Повторный подвод к контуру линейный всеми осями	п	+		PGAsI
REPOSH	G	Повторный подвод к контуру по полукругу	п	+		PGAsI
REPOSHA	G	Повторный подвод к контуру всеми осями; геометрические оси по полукругу	п	+		PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
REPOSL	G	Повторный подвод к контуру линейный	п	+		PGAsl
REPOSQ	G	Повторный подвод к контуру по четверти круга	п	+		PGAsl
REPOSQA	G	Повторный подвод к контуру линейно всеми осями; геометрические оси по четверти круга	п	+		PGAsl
RESETMON	P	Языковая команда для активации заданного значения		+	-	FBWsl
RET	P	Конец подпрограммы		+	+	PGAsl
RETB	P	Конец подпрограммы		+	+	PGAsl
RIC	K	Относительное покадровое спец. для оси программирование радиуса	п	+		PGsl
RINDEX	F	Определить индекс символа во входной строке		+	-	PGAsl
RMB	G	Повторный подвод к начальной точке кадра	м	+		PGAsl
RMBBL	G	Повторный подвод к начальной точке кадра	п	+		PGAsl
RME	G	Повторный подвод к конечной точке кадра	м	+		PGAsl
RMEBL	G	Повторный подвод к конечной точке кадра	п	+		PGAsl
RMI ⁶⁾	G	Повторный подвод к точке прерывания	м	+		PGAsl
RMIBL ⁶⁾	G	Повторный подвод к точке прерывания	п	+		PGAsl
RMN	G	Повторный подвод к следующей точке траектории	м	+		PGAsl
RMNBL	G	Повторный подвод к следующей точке траектории	п	+		PGAsl
RND	A	Закругление угла контура	п	+		PGsl
RNDM	A	Модальное закругление	м	+		PGsl
ROT	G	Программируемое вращение	п	+		PGsl
ROTS	G	Программируемые вращения фрейма с пространственными углами	п	+		PGsl
ROUND	F	Округление мест после запятой		+	+	PGAsl
ROUNDUP	F	Округление входного значения в сторону увеличения		+	+	PGAsl
RP	A	Полярный радиус	м/п	+		PGsl
RPL	A	Вращение в плоскости	п	+		PGsl
RT	K	Параметры для доступа к данным фрейма: Вращение		+		PGAsl
RTLIOF	G	G0 без линейной интерполяции (интерполяция отдельной оси)	м	+		PGsl
RTLION ⁶⁾	G	G0 с линейной интерполяцией	м	+		PGsl

Операторы S ... Z

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
S	A	Частота вращения шпинделя (для G4, G96/G961 другое значение)	м/п	+	+	PGsl
Save	PA	Атрибут для сохранения информации при вызовах подпрограмм		+		PGAsl
SBLOF	P	Подавление отдельного кадра		+	-	PGAsl
SBLON	P	Отменить подавление отдельного кадра		+	-	PGAsl
sc	K	Параметры для доступа к данным фрейма: Масштабирование		+		PGAsl
SCALE	G	Программируемое масштабирование	п	+		PGsl
SCC	K	Выборочное согласование поперечной оси с G96/G961/G962. Идентификаторами оси могут быть гео-ось, ось канала или ось станка.		+		PGsl
SCPARA	K	Программирование блока параметров Servo		+	+	PGAsl
SD	A	Порядок слайна	п	+		PGAsl
set	K	Кодовое слово для инициализации всех элементов поля с перечисленными значениями		+		PGAsl
SETAL	P	Установить аварийное сообщение		+	+	PGAsl
SETDNO	F	Согласовать номер D резца (CE) инструмента (T)		+	-	PGAsl
SETINT	K	Определение, какой обработчик прерываний должен быть активирован, если вход ЧПУ готов		+		PGAsl
SETM	P	Установка маркеров в собственном канале		+	+	PGAsl
SETMS	P	Переключение на установленный в машинных данных мастер-шпиндель		+	-	PGsl
SETMS(n)	P	Шпиндель n должен считаться мастер-шпинделем		+		PGsl
SETMTH	P	Установить номер ведущего INSTR. суппорта		+	-	FBWsl
SETPIECE	P	Учитывать количество штук для всех инструментов, которые согласованы со шпинделем.		+	-	FBWsl
SETTA	P	Активация инструмента из структуры износа		+	-	FBWsl
SETTCOR	F	Изменение компонентов инструмента с учетом всех граничных условий		+	-	PGAsl
SETTIA	P	Деактивация инструмента из структуры износа		+	-	FBWsl
SF	A	Смещение стартовой точки для резьбонарезания	м	+		PGsl
SIN	F	Синус (тригонометрическая функция)		+	+	PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
SIRELAY	F	Активировать спараметрированные со SIRELIN, SIRELOUT и SIRELTIME функции безопасности		-	+	FBSIsI
SIRELIN	P	Инициализировать входные величины функционального блока		+	-	FBSIsI
SIRELOUT	P	Инициализировать выходные величины функционального блока		+	-	FBSIsI
SIRELTIME	P	Инициализировать таймер функционального блока		+	-	FBSIsI
SLOT1	C (T)	Продольный паз		+		PGAsI
SLOT2	C (T)	Кольцевая канавка		+		PGAsI
SOFT	G	Ускорение по траектории с ограничением рывка	м	+		PGAsI
SOFTA	P	Включение осевого ускорения с ограничением рывка для запрограммированных осей		+	-	PGAsI
SON	G	Вырубка ВКЛ	м	+		PGAsI
SONS	G	Вырубка ВКЛ в такте IPO	м	+		PGAsI
SPATH ⁶⁾	G	Соотношение траекторий для осей FGROUP это длина дуги	м	+		PGAsI
SPCOF	P	Переключение мастер-шпинделя или шпинделя(ей) из режима управления по положению в режим управления по частоте вращения	м	+	-	PGsI
SPCON	P	Переключение мастер-шпинделя или шпинделя(ей) из режима управления по частоте вращения в режим управления по положению	м	+	-	PGAsI
SPI	F	Преобразует номер шпинделя в идентификатор оси		+	-	PGAsI
SPIF1 ⁶⁾	G	Быстрые входы/выходы ЧПУ для штамповки/вырубки Байт 1	м	+		FB2sI (N4)
SPIF2	G	Быстрые входы/выходы ЧПУ для штамповки/вырубки Байт 2	м	+		FB2sI (N4)
SPLINEPATH	P	Определение соединения сплайнов		+	-	PGAsI
SPN	A	Кол-во участков пути на кадр	п	+		PGAsI
SPOF ⁶⁾	G	Ход ВЫКЛ, штамповка, вырубка ВЫКЛ	м	+		PGAsI
SPOS	K	Позиция шпинделя	м	+	+	PGsI
SPOSA	K	Позиция шпинделя за границы кадра	м	+		PGsI
SPP	A	Длина участка пути	м	+		PGAsI
SPRINT	F	Возвращает отформатированную входную строку		+		PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
SQRT	F	Квадратный корень (арифметическая функция) (square root)		+	+	PGAsI
SR	A	Путь обратного хода качания для синхронного действия	п	+		PGsI
SRA	K	Путь обратного хода качания при внешнем входе осевом для синхронного действия	м	+		PGsI
ST	A	Время выхаживания качания для синхронного действия	п	+		PGsI
STA	K	Время выхаживания качания осевого для синхронного действия	м	+		PGsI
START	P	Запуск выбранных программ в нескольких каналах одновременно из текущей программы		+	-	PGAsI
STARTFIFO ⁶⁾	G	Выполнение; параллельное заполнение буфера предварительной обработки	м	+		PGAsI
STAT		Положение шарниров	п	+		PGAsI
STOLF	K	Коэффициент допуска G0	м	+		PGAsI
STOPFIFO	G	Остановка обработки; заполнение буфера предварительной обработки, до распознавания STARTFIFO, пока буфер предварительной обработки не будет заполнен или до конца программы	м	+		PGAsI
stopre	P	Остановка предварительной обработки до выполнения всех подготовленных кадров главного хода		+	-	PGAsI
STOPREOF	P	Отменить остановку предварительной обработки		-	+	FBSYsI
String	K	Тип данных: строка символов		+		PGAsI
STRINGIS	F	Проверяет имеющуюся языковую среду ЧПУ и специально относящиеся к этой команде имена циклов ЧПУ, переменные пользователя, макросы и имена меток, существуют ли они, определены ли они или активны.		+	-	PGAsI
STRLEN	F	Определить длину строки		+	-	PGAsI
SUBSTR	F	Определить индекс символа во входной строке		+	-	PGAsI
SUPA	G	Подавление актуального смещения нулевой точки, вкл. запрограммированные смещения, системные фреймы, смещения маховичком (DRF), внешнее смещение нулевой точки и наложенное движение	п	+		PGsI
SVC	K	Скорость резания инструмента	м	+		PGsI
SYNFCT	P	Обработка полинома в зависимости от условия в синхронном действии движения		-	+	FBSYsI
SYNR	K	Чтение переменной выполняется синхронного, т.е. на момент времени выполнения		+		PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
SYNRW	K	Чтение и запись переменной выполняется синхронного, т.е. на момент времени выполнения		+		PGAsI
SYNW	K	Запись переменной выполняется синхронного, т.е. на момент времени выполнения		+		PGAsI
T	A	Вызвать инструмент (смена только если установлено в машинных данных; в ином случае необходима команда M6)		+		PGsI
TAN	F	Тангенс (тригонометрическая функция)		+	+	PGAsI
TANG	P	Тангенциальное управление: Определить соединение		+	-	PGAsI
TANGDEL	P	Тангенциальное управление: Удаление соединения		+	-	PGAsI
TANGOF	P	Тангенциальное управление: Выключение соединения		+	-	PGAsI
TANGON	P	Тангенциальное управление: Включить соединение		+	-	PGAsI
TCA (828D: _TCA)	P	Выбор инструмента / смена инструмента независимо от состояния инструмента		+	-	FBWsl
TCARR	A	Запросить инструментальный суппорт (номер "m")		+		PGAsI
TCI	P	Поместить инструмент из буфера в магазин		+	-	FBWsl
TCOABS ⁶⁾	G	Определение компонентов длин инструмента из актуальной ориентации инструмента	м	+		PGAsI
TCOFR	G	Определить компоненты длин инструмента из ориентации активного фрейма	м	+		PGAsI
TCOFRX	G	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении X	м	+		PGAsI
TCOFRY	G	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении Y	м	+		PGAsI
TCOFRZ	G	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении Z	м	+		PGAsI
THETA	A	Угол поворота	п	+		PGAsI
TILT	A	Боковой угол	м	+		PGAsI
TLIFT	P	Тангенциальное управление: Включить создание промежуточных кадров		+	-	PGAsI
TML	P	Выбор инструмента с номером места в магазине		+	-	FBWsl
TMOF	P	Отменить контроль инструмента		+	-	PGAsI
TMON	P	Выбрать контроль инструмента		+	-	PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
TO	K	Обозначает конечное значение в цикле вычисления FOR		+		PGAsI
TOFF	K	Смещение длин инструмента в направлении компонента длин инструмента, действующего параллельно указанной в индексе гео-оси.	M	+		PGsI
TOFFL	K	Смещение длин инструмента в направлении компонента длин инструмента L1, L2 или L3	M	+		PGsI
TOFFOF	P	Сбросить онлайн-коррекцию длины инструмента		+	-	PGAsI
TOFFON	P	Активировать онлайн-коррекцию длины инструмента		+	-	PGAsI
TOFFR	A	Смещение радиуса инструмента	M	+		PGsI
TOFRAME	G	Точно установить ось Z СКД через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	M	+		PGsI
TOFRAMEX	G	Точно установить ось X СКД через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	M	+		PGsI
TOFRAMEY	G	Точно установить ось Y СКД через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	M	+		PGsI
TOFRAMEZ	G	как TOFRAME	M	+		PGsI
TOLOWER	F	Преобразовать буквы строки в строчные буквы		+	-	PGAsI
TOOLENV	F	Сохранить все состояния, важные для нормирования находящихся в памяти параметров инструмента		+	-	PGAsI
TOOLGNT	F	Определить число инструментов одной группы инструментов		+	-	FBWsI
TOOLGT	F	Определить T-номер инструмента из группы инструментов		+	-	FBWsI
TOROT	G	Точно установить ось Z СКД через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	M	+		PGsI
TOROTOF ⁶⁾	G	Вращение фрейма в направлении инструмента ВЫКЛ	M	+		PGsI
TOROTX	G	Точно установить ось X СКД через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	M	+		PGsI
TOROTY	G	Точно установить ось Y СКД через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	M	+		PGsI
TOROTZ	G	как TOROT	M	+		PGsI
TOUPPER	F	Преобразовать буквы строки в прописные буквы		+	-	PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
TOWBCS	G	Значения износа в базовой кинематической системе (BKS)	м	+		PGAsl
TOWKCS	G	Значения износа в системе координат инструментальной головки при кинематической трансформации (отличается от MCS вращением инструмента)	м	+		PGAsl
TOWMCS	G	Значения износа в системе координат станка (MCS)	м	+		PGAsl
TOWSTD ⁶⁾	G	Значение по умолчанию для коррекции по длине инструмента	м	+		PGAsl
TOWTCS	G	Значения износа в системе координат инструмента (исходная точка инстр. суппорта T на креплении суппорта)	м	+		PGAsl
TOWWCS	G	Значения износа в системе координат детали (WCS)	м	+		PGAsl
tr	K	Компонент смещения переменной фрейма		+		PGAsl
TRAANG	P	Трансформация наклонной оси		+	-	PGAsl
TRACON	P	Каскадированная трансформация		+	-	PGAsl
TRACYL	P	Цилиндр: трансформация боковой поверхности		+	-	PGAsl
TRAFOOF	P	Отключить активные в канале трансформации		+	-	PGAsl
TRAFOON	P	Включение трансформации, определенной посредством кинематических цепочек		+	-	PGAsl
TRAILOF	P	Осевая синхронная буксировка ВЫКЛ		+	+	PGAsl
TRAILON	P	Осевая синхронная буксировка ВКЛ		+	+	PGAsl
TRANS	G	Абсолютное программируемое смещение нулевой точки	п	+		PGsl
Transmit	P	Полярная трансформация (обработка торцовых поверхностей)		+	-	PGAsl
TRAORI	P	4-, 5-осевая трансформация, базовая трансформация		+	-	PGAsl
true	K	Логическая постоянная: истинно		+		PGAsl
TRUNC	F	Отсечение мест после запятой		+	+	PGAsl
Tu		Осовой угол	п	+		PGAsl
Turn	A	Число витков для спиральной линии	п	+		PGsl
ULI	K	Верхнее предельное значение переменной		+		PGAsl
UNLOCK	P	Разрешить синхронное действие с ID (продолжить технологический цикл)		-	+	FBSYsl
UNTIL	K	Условие для завершения цикла REPEAT		+		PGAsl
UPATH	G	Соотношение траекторий для осей FGROUP это параметр кривой	м	+		PGAsl
Var	K	Кодовое слово: тип передачи параметров		+		PGAsl
VELOLIM	K	Уменьшение макс. осевой скорости	м	+		PGAsl
VELOLIMA	K	Уменьшение или увеличение макс. осевой скорости ведомой оси	м	+	+	PGAsl

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
1) 2) 3) 4) 5) Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
WAITC	P	Ожидание выполнения критерия смены кадра соединения для оси/шпинделя		+	-	PGAsI
WAITE	P	Ожидание конца программы в другом канале.		+	-	PGAsI
WAITENC	P	Ожидание синхронизированных или восстановленных позиций осей		+	-	PGAsI
WAITM	P	Ожидание метки в указанном канале; завершить предшествующий кадр с точным остановом.		+	-	PGAsI
WAITMC	P	Ожидание метки в указанном канале; точный останов только если другие каналы еще не достигли метки		+	-	PGAsI
WAITP	P	Ожидание конца перемещения позиционирующей оси		+	-	PGsI
WAITS	P	Ожидание достижения позиции шпинделя		+	-	PGsI
WALCS0 ⁶⁾	G	Ограничение рабочего поля WCS отключено	м	+	-	PGsI
WALCS1	G	Группа 1 ограничений рабочего поля СКД активна	м	+	-	PGsI
WALCS2	G	Группа 2 ограничений рабочего поля СКД активна	м	+	-	PGsI
WALCS3	G	Группа 3 ограничений рабочего поля СКД активна	м	+	-	PGsI
WALCS4	G	Группа 4 ограничений рабочего поля СКД активна	м	+	-	PGsI
WALCS5	G	Группа 5 ограничений рабочего поля СКД активна	м	+	-	PGsI
WALCS6	G	Группа 6 ограничений рабочего поля СКД активна	м	+	-	PGsI
WALCS7	G	Группа 7 ограничений рабочего поля СКД активна	м	+	-	PGsI
WALCS8	G	Группа 8 ограничений рабочего поля СКД активна	м	+	-	PGsI
WALCS9	G	Группа 9 ограничений рабочего поля СКД активна	м	+	-	PGsI
WALCS10	G	Группа 10 ограничений рабочего поля СКД активна	м	+	-	PGsI
WALIMOF	G	Ограничение рабочего поля BKS ВЫКЛ	м	+	-	PGsI
WALIMON ⁶⁾	G	Ограничение рабочего поля BKS ВКЛ	м	+	-	PGsI
WHEN	K	Операция будет выполнена один раз, если условие выполнено один раз.		-	+	FBSYsI
WHENEVER	K	Операция выполняется циклически в каждом такте интерполяции, если условие выполнено.		-	+	FBSYsI
WHILE	K	Начало программного цикла WHILE		+		PGAsI
write	P	Записать текст в файловую систему. Добавляет кадр в конце указанного файла.		+	-	PGAsI

Оператор	Тип ¹⁾	Значение	W ²⁾	TP ³⁾	SA ⁴⁾	Описание см. ⁵⁾
^{1) 2) 3) 4) 5)} Объяснения см. Экспликация (Страница 466).						
WRTPR	P	Запись строки символов в переменную BTSS		+	-	PGsl
X	A	Имя оси	м/п	+	+	PGsl
XOR	O	Логическая исключающая ИЛИ		+		PGAsl
Y	A	Имя оси	м/п	+	+	PGsl
Z	A	Имя оси	м/п	+	+	PGsl

Легенда

1) Тип оператора:

A Адрес

Идентификатор, которому присваивается значение (к примеру, OVR=10). Также есть несколько адресов, которые включают или выключают функцию без присвоения значения (к примеру, CPLON и CPLOF).

C (A) Цикл AST

Предопределенная программа ЧПУ для дополнительной автоматической оптимизации с AST (= автоматическая оптимизация Servo) Согласование с конкретной ситуацией оптимизации осуществляется по параметрам, которые передаются циклу при вызове.

C (M) Цикл измерения

Предопределенная программа ЧПУ, в которой универсально запрограммирован определенный процесс измерения, например, определение внутреннего диаметра цилиндрической детали. Согласование с конкретной ситуацией измерения осуществляется по параметрам, которые передаются циклу при вызове.

C (T) Технологический цикл

Предопределенная программа ЧПУ, в которой универсально запрограммирован определенный процесс обработки, например, нарезание внутренней резьбы или фрезерование кармана. Адаптация к конкретной ситуации обработки осуществляется через параметры, которые передаются циклу при вызове.

F Предопределенная функция (выводит возвращаемое значение)

Вызов предопределенной функции может быть указан как операнд в выражении.

G G-команда

G-команды разделены на группы. В одном кадре можно записать только одну G-команду группы. G-команда может действовать модально (до отмены через другую команду этой же группы), или она действует только для кадра, в котором она стоит (действует покадрово).

K Кодовое слово

Идентификатор, определяющий синтаксис кадра. Кодовому слову значение не присваивается и включение/выключение функции ЧПУ с помощью кодового слова невозможно.

Примеры: Управляющие структуры (IF, ELSE, ENDIF, WHEN, ...), выполнение программы (GOTO, GOTO, RET ...)

O Оператор

Оператора для математической операции, операции сравнения или логической операции

P Предопределенная процедура (не выводит возвращаемое значение)

PA Атрибут программы

Атрибуты программы стоят в конце строки определения подпрограммы:

PROC <имя программы>(...) <атрибут программы>

Они определяют поведение при выполнении подпрограммы.

2) Активность оператора:

м модально

п покадрово

- 3) Возможность программирования в программе обработки детали:
- + программируемые
 - не программируемые
- M программируется только изготовителем станка
- 4) Возможность программирования в синхронных действиях:
- + программируемые
 - не программируемые
- T программируется только в технологических циклах
- 5) Ссылка на документ, содержащий подробное описание оператора:
- | | |
|------------------|--|
| <i>PGsl</i> | Руководство по программированию "Основы" |
| <i>PGAsl</i> | Руководство по программированию "Расширенное программирование" |
| <i>BNMsl</i> | Руководство по программированию "Измерительные циклы" |
| <i>BHDsl</i> | Руководство оператора "Токарная обработка" |
| <i>BHFsl</i> | Руководство оператора "Фрезерная обработка" |
| <i>FB1sl ()</i> | Описание функций "Основные функции" (с алфавитно-цифровым сокращением соответствующего описания функций в скобках) |
| <i>FB2sl ()</i> | Описание функций "Дополнительные функции" (с алфавитно-цифровым сокращением соответствующего описания функций в скобках) |
| <i>FB3sl ()</i> | Описание функций "Специальные функции" (с алфавитно-цифровым сокращением соответствующего описания функций в скобках) |
| <i>FBSsl</i> | Описание функций Safety Integrated |
| <i>FBSYsl</i> | Описание функций "Синхронные действия" |
| <i>FBWsl</i> | Описание функций "Управление инструментом" |
- 6) Стандартная установка в начале программы (в состоянии СЧПУ при поставке, когда еще ничего другого не запрограммировано).

Рисунок 17-1 Значение сносок в таблицах операторов

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Примечание

Циклы

Циклы обозначены как "опциональные", если они зависят от следующих опций с обязательным лицензированием:

- Расширенные технологические функции (номер артикула: 6FC5800-0AP58-0YB0)
- Измерительные циклы (номер артикула: 6FC5800-0AP28-0YB0)
- Измерение кинематики (номер артикула: 6FC5800-0AP18-0YB0)
- SINUMERIK: шлифование (расширенная версия Advanced (номер артикула: 6FC5800-0AS35-0YB0)

Обозначения нет, если циклы из-за опции "Расширенные технологические функции" имеют в определенных системах частичный функционал.

17.2.1 Варианты управления: фрезерование / токарная обработка

Операторы A ... C

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (mε42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (tε42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (mε62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (tε62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (mε821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (mε822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (tε821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (tε822)
:	•	•	•	•	•	•	•	•
*	•	•	•	•	•	•	•	•
+	•	•	•	•	•	•	•	•
-	•	•	•	•	•	•	•	•
<	•	•	•	•	•	•	•	•
<<	•	•	•	•	•	•	•	•
<=	•	•	•	•	•	•	•	•
=	•	•	•	•	•	•	•	•
>=	•	•	•	•	•	•	•	•
/	•	•	•	•	•	•	•	•
/0 ... /7	•	•	•	•	•	•	•	•
A	•	•	•	•	•	•	•	•
A2	-	-	-	-	-	-	-	-
A3	-	-	-	-	-	-	-	-
A4	-	-	-	-	-	-	-	-

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
A5	-	-	-	-	-	-	-	-
A6	-	-	-	-	-	-	-	-
A7	-	-	-	-	-	-	-	-
ABS	•	•	•	•	•	•	•	•
AC	•	•	•	•	•	•	•	•
ACC	•	•	•	•	•	•	•	•
ACCLIMA	•	•	•	•	•	•	•	•
ACN	•	•	•	•	•	•	•	•
ACOS	•	•	•	•	•	•	•	•
ACP	•	•	•	•	•	•	•	•
ACTBLOCNO	•	•	•	•	•	•	•	•
ADDFRAME	•	•	•	•	•	•	•	•
ADIS	•	•	•	•	•	•	•	•
ADISPOS	•	•	•	•	•	•	•	•
ADISPOSA	•	•	•	•	•	•	•	•
ALF	•	•	•	•	•	•	•	•
AMIRROR	•	•	•	•	•	•	•	•
AND	•	•	•	•	•	•	•	•
ANG	•	•	•	•	•	•	•	•
AP	•	•	•	•	•	•	•	•
APR	•	•	•	•	•	•	•	•
APRB	•	•	•	•	•	•	•	•
APRP	•	•	•	•	•	•	•	•
APW	•	•	•	•	•	•	•	•
APWB	•	•	•	•	•	•	•	•
APWP	•	•	•	•	•	•	•	•
APX	•	•	•	•	•	•	•	•
AR	•	•	•	•	•	•	•	•
AROT	•	•	•	•	•	•	•	•
AROTS	•	•	•	•	•	•	•	•
AS	•	•	•	•	•	•	•	•
ASCALE	•	•	•	•	•	•	•	•
ASIN	•	•	•	•	•	•	•	•
ASPLINE	○	○	○	○	○	○	○	○
ATAN2	•	•	•	•	•	•	•	•
ATOL	•	•	•	•	•	•	•	•
ATRANS	•	•	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
AUXFUDEL	•	•	•	•	•	•	•	•
AUXFUDELG	•	•	•	•	•	•	•	•
AUXFUMSEQ	•	•	•	•	•	•	•	•
AUXFUSYNC	•	•	•	•	•	•	•	•
AX	•	•	•	•	•	•	•	•
AXCTSWE	-	-	-	-	-	-	-	-
AXCTSWEC	-	-	-	-	-	-	-	-
AXCTSWED	-	-	-	-	-	-	-	-
AXIS	•	•	•	•	•	•	•	•
AXNAME	•	•	•	•	•	•	•	•
AXSTRING	•	•	•	•	•	•	•	•
AXTOCHAN	•	•	•	•	•	•	•	•
AXTOSPI	•	•	•	•	•	•	•	•
B	•	•	•	•	•	•	•	•
B2	-	-	-	-	-	-	-	-
B3	-	-	-	-	-	-	-	-
B4	-	-	-	-	-	-	-	-
B5	-	-	-	-	-	-	-	-
B6	-	-	-	-	-	-	-	-
B7	-	-	-	-	-	-	-	-
B_AND	•	•	•	•	•	•	•	•
B_OR	•	•	•	•	•	•	•	•
B_NOT	•	•	•	•	•	•	•	•
B_XOR	•	•	•	•	•	•	•	•
BAUTO	○	○	○	○	○	○	○	○
BLOCK	•	•	•	•	•	•	•	•
BLSYNC	•	•	•	•	•	•	•	•
BNAT	○	○	○	○	○	○	○	○
BOOL	•	•	•	•	•	•	•	•
BOUND	•	•	•	•	•	•	•	•
BRISK	•	•	•	•	•	•	•	•
BRISKA	•	•	•	•	•	•	•	•
BSPLINE	○	○	○	○	○	○	○	○
BTAN	○	○	○	○	○	○	○	○
C	•	•	•	•	•	•	•	•
C2	-	-	-	-	-	-	Имя оси канала	Имя оси ка- нала

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
C3	-	-	-	-	-	-	-	-
C4	-	-	-	-	-	-	-	-
C5	-	-	-	-	-	-	-	-
C6	-	-	-	-	-	-	-	-
C7	-	-	-	-	-	-	-	-
CAC	•	•	•	•	•	•	•	•
CACN	•	•	•	•	•	•	•	•
CACP	•	•	•	•	•	•	•	•
CALCDAT	•	•	•	•	•	•	•	•
CALCPOSI	•	•	•	•	•	•	•	•
CALL	•	•	•	•	•	•	•	•
CALLPATH	•	•	•	•	•	•	•	•
CANCEL	•	•	•	•	•	•	•	•
CASE	•	•	•	•	•	•	•	•
CDC	•	•	•	•	•	•	•	•
CDOF	-	-	-	-	-	-	-	-
CDOF2	-	-	-	-	-	-	-	-
CDON	-	-	-	-	-	-	-	-
CFC	•	•	•	•	•	•	•	•
CFIN	•	•	•	•	•	•	•	•
CFINE	•	•	•	•	•	•	•	•
CFTCP	•	•	•	•	•	•	•	•
Chan	•	•	•	•	•	•	•	•
CHANDATA	•	•	•	•	•	•	•	•
CHAR	•	•	•	•	•	•	•	•
CHF	•	•	•	•	•	•	•	•
CHKDM	•	•	•	•	•	•	•	•
CHKDNO	•	•	•	•	•	•	•	•
CHR	•	•	•	•	•	•	•	•
CIC	•	•	•	•	•	•	•	•
CIP	•	•	•	•	•	•	•	•
CLEARM	-	-	-	-	-	○	-	•
CLRINT	•	•	•	•	•	•	•	•
CMIRROR	•	•	•	•	•	•	•	•
COARSEA	•	•	•	•	•	•	•	•
COLLPAIR	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPCAD	•	-	•	-	•	•	-	-

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
COMPCURV	•	-	•	-	•	•	-	-
COMPLETE	•	•	•	•	•	•	•	•
COMPOF	•	-	•	-	•	•	-	-
COMPON	•	-	•	-	•	•	-	-
COMPSURF	-	-	○	-	○	○	-	-
CONTDCON	•	•	•	•	•	•	•	•
CONTPRON	•	•	•	•	•	•	•	•
CORROF	•	•	•	•	•	•	•	•
CORRTRAF0	-	-	-	-	-	-	-	-
COS	•	•	•	•	•	•	•	•
COUPDEF	-	○	-	○	-	-	○	○
COUPDEL	-	○	-	○	-	-	○	○
COUPOF	-	○	-	○	-	-	○	○
COUPOFS	-	○	-	○	-	-	○	○
COUPON	-	○	-	○	-	-	○	○
COUPONC	-	○	-	○	-	-	○	○
COUPRES	-	○	-	○	-	-	○	○
CP	•	•	•	•	•	•	•	•
CPBC	○	○	○	○	○	○	○	○
CPDEF	○	○	○	○	○	○	○	○
CPDEL	○	○	○	○	○	○	○	○
CPFMOF	○	○	○	○	○	○	○	○
CPFMON	○	○	○	○	○	○	○	○
CPFMS0N	○	○	○	○	○	○	○	○
CPFPOS	○	○	○	○	○	○	○	○
CPFRS	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLA	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLCTID	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLDEF	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLDEL	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLDEN	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLINSC	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLINTR	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLNUM	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLOF	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLON	○	○	○	○	○	○	○	○
CPL0UTSC	○	○	○	○	○	○	○	○

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
CPLOUTTR	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLPOS	○	○	○	○	○	○	○	○
CPLSETVAL	○	○	○	○	○	○	○	○
CPMALARM	○	○	○	○	○	○	○	○
CPMBRAKE	○	○	○	○	○	○	○	○
CPMPRT	○	○	○	○	○	○	○	○
CPMRESET	○	○	○	○	○	○	○	○
CPMSTART	○	○	○	○	○	○	○	○
CPMVDI	○	○	○	○	○	○	○	○
CPOF	○	○	○	○	○	○	○	○
CPON	○	○	○	○	○	○	○	○
CPRECOF	•	•	•	•	•	•	•	•
CPRECON	•	•	•	•	•	•	•	•
CPRES	○	○	○	○	○	○	○	○
CPROT	•	•	•	•	•	•	•	•
CPROTDEF	•	•	•	•	•	•	•	•
CPSETTYPE	○	○	○	○	○	○	○	○
CPSYNCOF	○	○	○	○	○	○	○	○
CPSYNCOF2	○	○	○	○	○	○	○	○
CPSYNCOV	○	○	○	○	○	○	○	○
CPSYNFIP	○	○	○	○	○	○	○	○
CPSYNFIP2	○	○	○	○	○	○	○	○
CPSYNFIV	○	○	○	○	○	○	○	○
CR	•	•	•	•	•	•	•	•
CROT	•	•	•	•	•	•	•	•
CROTS	•	•	•	•	•	•	•	•
CRPL	•	•	•	•	•	•	•	•
CSCALE	•	•	•	•	•	•	•	•
CSPLINE	○	○	○	○	○	○	○	○
CT	•	•	•	•	•	•	•	•
CTAB	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABDEF	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABDEL	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABEND	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABEXISTS	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABFNO	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABFPOL	-	-	-	-	-	-	-	-

Оператор	SINUMERIK 828D							
	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
CTABFSEG	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABID	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABINV	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABISLOCK	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABLOCK	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABMEMTYP	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABMPOL	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABMSEG	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABNO	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABNOMEM	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABPERIOD	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABPOL	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABPOLID	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABSEG	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABSEGID	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABSEV	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABSSV	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABTEP	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABTEV	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABTMAX	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABTMIN	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABTSP	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABTSV	-	-	-	-	-	-	-	-
CTABUNLOCK	-	-	-	-	-	-	-	-
CTOL	•	•	•	•	•	•	•	•
CTRANS	•	•	•	•	•	•	•	•
CUT2D	•	•	•	•	•	•	•	•
CUT2DD	•	•	•	•	•	•	•	•
CUT2DF	•	•	•	•	•	•	•	•
CUT2DFD	•	•	•	•	•	•	•	•
CUT3DC	-	-	-	-	-	-	-	-
CUT3DCC	-	-	-	-	-	-	-	-
CUT3DCCD	-	-	-	-	-	-	-	-
CUT3DCD	-	-	-	-	-	-	-	-
CUT3DF	-	-	-	-	-	-	-	-
CUT3DFD	-	-	-	-	-	-	-	-
CUT3DFF	-	-	-	-	-	-	-	-

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
CUT3DFS	-	-	-	-	-	-	-	-
CUTCONOF	•	•	•	•	•	•	•	•
CUTCONON	•	•	•	•	•	•	•	•
CUTMOD	•	•	•	•	•	•	•	•
CUTMODK	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLE60	○	○	•	•	•	•	•	•
CYCLE61	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE62	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE63	○	○	•	•	•	•	•	•
CYCLE64	○	○	•	•	•	•	•	•
CYCLE70	○	○	•	•	•	•	•	•
CYCLE72	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE76	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE77	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE78	○	○	•	•	•	•	•	•
CYCLE79	○	○	•	•	•	•	•	•
CYCLE81	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE82	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE83	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE84	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE85	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE86	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE92	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE95	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE98	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE99	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE150	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE435	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLE495	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLE750	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE751	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE752	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE753	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE754	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE755	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE756	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE757	•	•	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
CYCLE758	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE759	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE800	-	-	•	•	•	•	•	•
CYCLE801	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE802	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE830	○	○	•	•	•	•	•	•
CYCLE832	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE840	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE899	○	○	•	•	•	•	•	•
CYCLE930	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE940	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE951	•	•	•	•	•	•	•	•
CYCLE952	○	○	•	•	•	•	•	•
CYCLE961	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE971	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE973	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE974	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE976	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE977	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE978	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE979	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE982	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE994	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE995	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE996	○	-	○	-	○	○	-	-
CYCLE997	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE998	○	○	○	○	○	○	○	○
CYCLE4071	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLE4072	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLE4073	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLE4074	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLE4075	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLE4077	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLE4078	-	-	-	-	-	-	-	-
CYCLE4079	-	-	-	-	-	-	-	-

Операторы D ... F

Оператор	SINUMERIK 828D							
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
D	●	●	●	●	●	●	●	●
D0	●	●	●	●	●	●	●	●
DAC	●	●	●	●	●	●	●	●
DC	●	●	●	●	●	●	●	●
DCI	●	●	●	●	●	●	●	●
DCM	●	●	●	●	●	●	●	●
DCU	●	●	●	●	●	●	●	●
DEF	●	●	●	●	●	●	●	●
DEFINE	●	●	●	●	●	●	●	●
DEFAULT	●	●	●	●	●	●	●	●
DELAYFSTON	●	●	●	●	●	●	●	●
DELAYFSTOF	●	●	●	●	●	●	●	●
DELDL	●	●	●	●	●	●	●	●
DELDTG	●	●	●	●	●	●	●	●
DELETE	●	●	●	●	●	●	●	●
DELMLOWNER	●	●	●	●	●	●	●	●
DEMLRES	●	●	●	●	●	●	●	●
DELMT	●	●	●	●	●	●	●	●
DELOBJ	-	-	-	-	-	-	-	-
DELT	●	●	●	●	●	●	●	●
DELTC	●	●	●	●	●	●	●	●
DELTOOLNV	●	●	●	●	●	●	●	●
DIACYCOFA	●	●	●	●	●	●	●	●
DIAM90	●	●	●	●	●	●	●	●
DIAM90A	●	●	●	●	●	●	●	●
DIAMCHAN	●	●	●	●	●	●	●	●
DIAMCHANA	●	●	●	●	●	●	●	●
DIAMCYCOF	●	●	●	●	●	●	●	●
DIAMOF	●	●	●	●	●	●	●	●
DIAMOFA	●	●	●	●	●	●	●	●
DIAMON	●	●	●	●	●	●	●	●
DIAMONA	●	●	●	●	●	●	●	●
DIC	●	●	●	●	●	●	●	●
DILF	●	●	●	●	●	●	●	●
Disable	●	●	●	●	●	●	●	●

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
DISC	•	•	•	•	•	•	•	•
DISCL	•	•	•	•	•	•	•	•
DISPLOF	•	•	•	•	•	•	•	•
DISPLON	•	•	•	•	•	•	•	•
DISPR	•	•	•	•	•	•	•	•
DISR	•	•	•	•	•	•	•	•
DISRP	•	•	•	•	•	•	•	•
DITE	•	•	•	•	•	•	•	•
DITS	•	•	•	•	•	•	•	•
DIV	•	•	•	•	•	•	•	•
dl	-	-	-	-	-	-	-	-
DO	•	•	•	•	•	•	•	•
DRFOF	•	•	•	•	•	•	•	•
DRIVE	•	•	•	•	•	•	•	•
DRIVEA	•	•	•	•	•	•	•	•
DYNFINISH	•	•	•	•	•	•	•	•
DYNNORM	•	•	•	•	•	•	•	•
DYNPOS	•	•	•	•	•	•	•	•
DYNROUGH	•	•	•	•	•	•	•	•
DYNSEMIFIN	•	•	•	•	•	•	•	•
DZERO	•	•	•	•	•	•	•	•
EAUTO	○	○	○	○	○	○	○	○
EGDEF	-	○	-	○	-	-	○	○
EGDEL	-	○	-	○	-	-	○	○
EGOFC	-	○	-	○	-	-	○	○
EGOFS	-	○	-	○	-	-	○	○
EGON	-	○	-	○	-	-	○	○
EGONSYN	-	○	-	○	-	-	○	○
EGONSYNE	-	○	-	○	-	-	○	○
ELSE	•	•	•	•	•	•	•	•
Enable	•	•	•	•	•	•	•	•
ENAT	○	○	○	○	○	○	○	○
ENDFOR	•	•	•	•	•	•	•	•
ENDIF	•	•	•	•	•	•	•	•
ENDLABEL	•	•	•	•	•	•	•	•
ENDLOOP	•	•	•	•	•	•	•	•
ENDPROC	•	•	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
ENDWHILE	•	•	•	•	•	•	•	•
ESRR	○	○	○	○	○	○	○	○
ESRS	○	○	○	○	○	○	○	○
ETAN	○	○	○	○	○	○	○	○
EVERY	•	•	•	•	•	•	•	•
EX	•	•	•	•	•	•	•	•
EXECSTRING	•	•	•	•	•	•	•	•
EXECTAB	•	•	•	•	•	•	•	•
EXECUTE	•	•	•	•	•	•	•	•
EXP	•	•	•	•	•	•	•	•
EXTCALL	•	•	•	•	•	•	•	•
EXTCLOSE	•	•	•	•	•	•	•	•
EXTERN	•	•	•	•	•	•	•	•
EXTOPEN	•	•	•	•	•	•	•	•
F	•	•	•	•	•	•	•	•
FA	•	•	•	•	•	•	•	•
FAD	•	•	•	•	•	•	•	•
FALSE	•	•	•	•	•	•	•	•
FB	•	•	•	•	•	•	•	•
FCTDEF	•	•	•	•	•	•	•	•
FCUB	•	•	•	•	•	•	•	•
FD	•	•	•	•	•	•	•	•
FDA	•	•	•	•	•	•	•	•
FENDNORM	•	•	•	•	•	•	•	•
FFWOF	•	•	•	•	•	•	•	•
FFWON	•	•	•	•	•	•	•	•
FGREF	•	•	•	•	•	•	•	•
FGROUP	•	•	•	•	•	•	•	•
FI	•	•	•	•	•	•	•	•
FIFOCTRL	•	•	•	•	•	•	•	•
FILEDATE	•	•	•	•	•	•	•	•
FILEINFO	•	•	•	•	•	•	•	•
FILESIZE	•	•	•	•	•	•	•	•
FILESTAT	•	•	•	•	•	•	•	•
FILETIME	•	•	•	•	•	•	•	•
FINEA	•	•	•	•	•	•	•	•
FL	•	•	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
FLIN	•	•	•	•	•	•	•	•
FMA	•	•	•	•	•	•	•	•
FNORM	•	•	•	•	•	•	•	•
FOCOF	○	○	○	○	○	○	○	○
FOCON	○	○	○	○	○	○	○	○
FOR	•	•	•	•	•	•	•	•
FP	•	•	•	•	•	•	•	•
FPO	-	-	-	-	-	-	-	-
FPR	•	•	•	•	•	•	•	•
FPRAOF	•	•	•	•	•	•	•	•
FPRAON	•	•	•	•	•	•	•	•
FRAME	•	•	•	•	•	•	•	•
FRC	•	•	•	•	•	•	•	•
FRCM	•	•	•	•	•	•	•	•
FROM	•	•	•	•	•	•	•	•
FTOC	•	•	•	•	•	•	•	•
FTOCOF	•	•	•	•	•	•	•	•
FTOCON	•	•	•	•	•	•	•	•
FXS	•	•	•	•	•	•	•	•
FXST	•	•	•	•	•	•	•	•
FXSW	•	•	•	•	•	•	•	•
FZ	•	•	•	•	•	•	•	•

Операторы G ... L

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
G0	•	•	•	•	•	•	•	•
G1	•	•	•	•	•	•	•	•
G2	•	•	•	•	•	•	•	•
G3	•	•	•	•	•	•	•	•
G4	•	•	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
G5	•	•	•	•	•	•	•	•
G7	•	•	•	•	•	•	•	•
G9	•	•	•	•	•	•	•	•
G17	•	•	•	•	•	•	•	•
G18	•	•	•	•	•	•	•	•
G19	•	•	•	•	•	•	•	•
G25	•	•	•	•	•	•	•	•
G26	•	•	•	•	•	•	•	•
G33	•	•	•	•	•	•	•	•
G34	•	•	•	•	•	•	•	•
G35	•	•	•	•	•	•	•	•
G40	•	•	•	•	•	•	•	•
G41	•	•	•	•	•	•	•	•
G42	•	•	•	•	•	•	•	•
G53	•	•	•	•	•	•	•	•
G54	•	•	•	•	•	•	•	•
G55	•	•	•	•	•	•	•	•
G56	•	•	•	•	•	•	•	•
G57	•	•	•	•	•	•	•	•
G58	→ G505							
G59	→ G506							
G60	•	•	•	•	•	•	•	•
G62	•	•	•	•	•	•	•	•
G63	•	•	•	•	•	•	•	•
G64	•	•	•	•	•	•	•	•
G70	•	•	•	•	•	•	•	•
G71	•	•	•	•	•	•	•	•
G74	•	•	•	•	•	•	•	•
G75	•	•	•	•	•	•	•	•
G90	•	•	•	•	•	•	•	•
G91	•	•	•	•	•	•	•	•
G93	•	•	•	•	•	•	•	•
G94	•	•	•	•	•	•	•	•
G95	•	•	•	•	•	•	•	•
G96	•	•	•	•	•	•	•	•
G97	•	•	•	•	•	•	•	•
G110	•	•	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
G111	•	•	•	•	•	•	•	•
G112	•	•	•	•	•	•	•	•
G140	•	•	•	•	•	•	•	•
G141	•	•	•	•	•	•	•	•
G142	•	•	•	•	•	•	•	•
G143	•	•	•	•	•	•	•	•
G147	•	•	•	•	•	•	•	•
G148	•	•	•	•	•	•	•	•
G153	•	•	•	•	•	•	•	•
G247	•	•	•	•	•	•	•	•
G248	•	•	•	•	•	•	•	•
G290	•	•	•	•	•	•	•	•
G291	•	•	•	•	•	•	•	•
G331	•	•	•	•	•	•	•	•
G332	•	•	•	•	•	•	•	•
G335	•	•	•	•	•	•	•	•
G336	•	•	•	•	•	•	•	•
G340	•	•	•	•	•	•	•	•
G341	•	•	•	•	•	•	•	•
G347	•	•	•	•	•	•	•	•
G348	•	•	•	•	•	•	•	•
G450	•	•	•	•	•	•	•	•
G451	•	•	•	•	•	•	•	•
G460	•	•	•	•	•	•	•	•
G461	•	•	•	•	•	•	•	•
G462	•	•	•	•	•	•	•	•
G500	•	•	•	•	•	•	•	•
G505 ... G599	•	•	•	•	•	•	•	•
G601	•	•	•	•	•	•	•	•
G602	•	•	•	•	•	•	•	•
G603	•	•	•	•	•	•	•	•
G621	•	•	•	•	•	•	•	•
G641	•	•	•	•	•	•	•	•
G642	•	•	•	•	•	•	•	•
G643	•	•	•	•	•	•	•	•
G644	•	•	•	•	•	•	•	•
G645	•	•	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
G700	•	•	•	•	•	•	•	•
G710	•	•	•	•	•	•	•	•
G810 ... G819	-	-	-	-	-	-	-	-
G820 ... G829	-	-	-	-	-	-	-	-
G931	•	•	•	•	•	•	•	•
G942	•	•	•	•	•	•	•	•
G952	•	•	•	•	•	•	•	•
G961	•	•	•	•	•	•	•	•
G962	•	•	•	•	•	•	•	•
G971	•	•	•	•	•	•	•	•
G972	•	•	•	•	•	•	•	•
G973	•	•	•	•	•	•	•	•
GEOAX	•	•	•	•	•	•	•	•
GET	•	•	•	•	•	•	•	•
GETACTT	•	•	•	•	•	•	•	•
GETACTTD	•	•	•	•	•	•	•	•
GETD	-	-	-	-	-	○	-	•
GETDNO	•	•	•	•	•	•	•	•
GETEXET	•	•	•	•	•	•	•	•
GETFREELOC	•	•	•	•	•	•	•	•
GETSELT	•	•	•	•	•	•	•	•
GETT	•	•	•	•	•	•	•	•
GETTCOR	•	•	•	•	•	•	•	•
GETTENV	•	•	•	•	•	•	•	•
GETVARAP	•	•	•	•	•	•	•	•
GETVARDFT	•	•	•	•	•	•	•	•
GETVARLIM	•	•	•	•	•	•	•	•
GETVARPHU	•	•	•	•	•	•	•	•
GETVARTYP	•	•	•	•	•	•	•	•
GFRAME0 ... GFRAME100	-	-	-	-	-	-	-	-
GOTO	•	•	•	•	•	•	•	•
GTOB	•	•	•	•	•	•	•	•
GTOC	•	•	•	•	•	•	•	•
GTOF	•	•	•	•	•	•	•	•
GOTOS	•	•	•	•	•	•	•	•
GP	•	•	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
GWPSOF	•	•	•	•	•	•	•	•
GROUP_	•	•	•	•	•	•	•	•
ADDEND								
GROUP_BEGIN	•	•	•	•	•	•	•	•
GROUP_END	•	•	•	•	•	•	•	•
GWPSON	•	•	•	•	•	•	•	•
H...	•	•	•	•	•	•	•	•
HOLES1	•	•	•	•	•	•	•	•
HOLES2	•	•	•	•	•	•	•	•
I	•	•	•	•	•	•	•	•
I1	•	•	•	•	•	•	•	•
IC	•	•	•	•	•	•	•	•
ICYCOF	•	•	•	•	•	•	•	•
ICYCON	•	•	•	•	•	•	•	•
ID	•	•	•	•	•	•	•	•
IDS	•	•	•	•	•	•	•	•
IF	•	•	•	•	•	•	•	•
INDEX	•	•	•	•	•	•	•	•
INIPO	•	•	•	•	•	•	•	•
INIRE	•	•	•	•	•	•	•	•
INICF	•	•	•	•	•	•	•	•
INIT	-	-	-	-	-	○	-	•
INITIAL								
INT	•	•	•	•	•	•	•	•
INTERSEC	•	•	•	•	•	•	•	•
INVCCW	-	-	-	-	-	-	-	-
INVCW	-	-	-	-	-	-	-	-
INVFRAME	•	•	•	•	•	•	•	•
IP	•	•	•	•	•	•	•	•
IPOBRKA	•	•	•	•	•	•	•	•
IPOENDA	•	•	•	•	•	•	•	•
IPTRLOCK	•	•	•	•	•	•	•	•
IPTRUNLOCK	•	•	•	•	•	•	•	•
IR	•	•	•	•	•	•	•	•
ISAXIS	•	•	•	•	•	•	•	•
ISD	-	-	-	-	-	-	-	-
ISFILE	•	•	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
ISNUMBER	•	•	•	•	•	•	•	•
ISOCALL	•	•	•	•	•	•	•	•
ISVAR	•	•	•	•	•	•	•	•
J	•	•	•	•	•	•	•	•
J1	•	•	•	•	•	•	•	•
JERKA	•	•	•	•	•	•	•	•
JERKLIM	•	•	•	•	•	•	•	•
JERKLIMA	•	•	•	•	•	•	•	•
JR	•	•	•	•	•	•	•	•
K	•	•	•	•	•	•	•	•
K1	•	•	•	•	•	•	•	•
KONT	•	•	•	•	•	•	•	•
KONTC	•	•	•	•	•	•	•	•
KONTT	•	•	•	•	•	•	•	•
KR	•	•	•	•	•	•	•	•
L	•	•	•	•	•	•	•	•
LEAD								
Ориентация ин- струмента	-	-	-	-	-	-	-	-
Полин. ориента- ции	-	-	-	-	-	-	-	-
LEADOF	-	-	-	•	-	-	•	•
LEADON	-	-	-	•	-	-	•	•
LENTOAX	•	•	•	•	•	•	•	•
LFOF	•	•	•	•	•	•	•	•
LFON	•	•	•	•	•	•	•	•
LFPOS	•	•	•	•	•	•	•	•
LFTXT	•	•	•	•	•	•	•	•
LFWP	•	•	•	•	•	•	•	•
LIFTFAST	•	•	•	•	•	•	•	•
LIMS	•	•	•	•	•	•	•	•
LLI	•	•	•	•	•	•	•	•
LN	•	•	•	•	•	•	•	•
LOCK	•	•	•	•	•	•	•	•
LONGHOLE	•	•	•	•	•	•	•	•
LOOP	•	•	•	•	•	•	•	•

Операторы М ... R

Оператор	SINUMERIK 828D							
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (m842)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (t842)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (m862)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (t862)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (m821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (m822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (t821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (t822)
M0	●	●	●	●	●	●	●	●
M1	●	●	●	●	●	●	●	●
M2	●	●	●	●	●	●	●	●
M3	●	●	●	●	●	●	●	●
M4	●	●	●	●	●	●	●	●
M5	●	●	●	●	●	●	●	●
M6	●	●	●	●	●	●	●	●
M17	●	●	●	●	●	●	●	●
M19	●	●	●	●	●	●	●	●
M30	●	●	●	●	●	●	●	●
M40	●	●	●	●	●	●	●	●
M41 ... M45	●	●	●	●	●	●	●	●
M70	●	●	●	●	●	●	●	●
MASLDEF	-	-	-	-	-	-	-	-
MASLDEL	-	-	-	-	-	-	-	-
MASLOF	-	-	-	-	-	-	-	-
MASLOFS	-	-	-	-	-	-	-	-
MASLON	-	-	-	-	-	-	-	-
MATCH	●	●	●	●	●	●	●	●
MAXVAL	●	●	●	●	●	●	●	●
MCALL	●	●	●	●	●	●	●	●
MEAC	-	-	-	-	-	-	-	-
MEAFRAME	●	●	●	●	●	●	●	●
MEAS	●	●	●	●	●	●	●	●
MEASA	-	-	-	-	-	-	-	-
MEASURE	●	●	●	●	●	●	●	●
MEAW	●	●	●	●	●	●	●	●
MEAWA	-	-	-	-	-	-	-	-
MI	●	●	●	●	●	●	●	●
MINDEX	●	●	●	●	●	●	●	●
MINVAL	●	●	●	●	●	●	●	●
MIRROR	●	●	●	●	●	●	●	●
MMC	●	●	●	●	●	●	●	●
MOD	●	●	●	●	●	●	●	●
MODAXVAL	●	●	●	●	●	●	●	●

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
MOV	•	•	•	•	•	•	•	•
MOVT	•	•	•	•	•	•	•	•
MSG	•	•	•	•	•	•	•	•
MVTOOL	•	•	•	•	•	•	•	•
N	•	•	•	•	•	•	•	•
NAMETOINT	•	•	•	•	•	•	•	•
ЧПУ	•	•	•	•	•	•	•	•
NEWCONF	•	•	•	•	•	•	•	•
NEWMT	•	•	•	•	•	•	•	•
NEWT	•	•	•	•	•	•	•	•
NORM	•	•	•	•	•	•	•	•
NOT	•	•	•	•	•	•	•	•
NPROT	•	•	•	•	•	•	•	•
NPROTDEF	•	•	•	•	•	•	•	•
NUMBER	•	•	•	•	•	•	•	•
OEMIPO1	-	-	-	-	-	-	-	-
OEMIPO2	-	-	-	-	-	-	-	-
OF	•	•	•	•	•	•	•	•
OFFN	•	•	•	•	•	•	•	•
OMA1	-	-	-	-	-	-	-	-
OMA2	-	-	-	-	-	-	-	-
OMA3	-	-	-	-	-	-	-	-
OMA4	-	-	-	-	-	-	-	-
OMA5	-	-	-	-	-	-	-	-
OR	•	•	•	•	•	•	•	•
ORIXES	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIXPOS	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIC	-	-	-	-	-	-	-	-
ORICONCCW	-	-	-	-	-	-	-	-
ORICONCW	-	-	-	-	-	-	-	-
ORICONIO	-	-	-	-	-	-	-	-
ORICONTO	-	-	-	-	-	-	-	-
ORICURVE	-	-	-	-	-	-	-	-
ORID	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIEULER	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIMKS	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIPATH	-	-	-	-	-	-	-	-

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
ORIPATHS	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIPANE	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIRESET	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIROTA	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIROTC	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIROTR	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIROTT	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIRPY	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIRPY2	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIS	-	-	-	-	-	-	-	-
ORISOF	-	-	-	-	-	-	-	-
ORISOLH	-	-	-	-	-	-	-	-
ORISON	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIVECT	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIVIRT1	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIVIRT2	-	-	-	-	-	-	-	-
ORIWKS	-	-	-	-	-	-	-	-
OS	-	-	-	-	-	-	-	-
OSB	-	-	-	-	-	-	-	-
OSC	-	-	-	-	-	-	-	-
OSCILL	-	-	-	-	-	-	-	-
OSCTRL	-	-	-	-	-	-	-	-
OSD	-	-	-	-	-	-	-	-
OSE	-	-	-	-	-	-	-	-
OSNSC	•	•	•	•	•	•	•	•
OSOF	-	-	-	-	-	-	-	-
OSP1	•	•	•	•	•	•	•	•
OSP2	•	•	•	•	•	•	•	•
OSS	-	-	-	-	-	-	-	-
OSSE	-	-	-	-	-	-	-	-
OST	-	-	-	-	-	-	-	-
OST1	•	•	•	•	•	•	•	•
OST2	•	•	•	•	•	•	•	•
OTOL	•	•	•	•	•	•	•	•
OVR	•	•	•	•	•	•	•	•
OVRA	•	•	•	•	•	•	•	•
OVRRAP	•	•	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
P	•	•	•	•	•	•	•	•
PAROT	•	•	•	•	•	•	•	•
PAROTOF	•	•	•	•	•	•	•	•
PCALL	•	•	•	•	•	•	•	•
PDELAYOF	-	-	-	-	-	-	-	-
PDELAYON	-	-	-	-	-	-	-	-
PHI	-	-	-	-	-	-	-	-
PHU	•	•	•	•	•	•	•	•
PL	-	-	-	-	-	-	-	-
PM	•	•	•	•	•	•	•	•
po	-	-	-	-	-	-	-	-
POCKET3	•	•	•	•	•	•	•	•
POCKET4	•	•	•	•	•	•	•	•
POLF	•	•	•	•	•	•	•	•
POLFA	•	•	•	•	•	•	•	•
POLFMASK	•	•	•	•	•	•	•	•
POLFMLIN	•	•	•	•	•	•	•	•
POLY	-	-	-	-	-	-	-	-
POLYPATH	-	-	-	-	-	-	-	-
PON	-	-	-	-	-	-	-	-
PONS	-	-	-	-	-	-	-	-
Pos	•	•	•	•	•	•	•	•
POSA	•	•	•	•	•	•	•	•
POSM	•	•	•	•	•	•	•	•
POSMT	•	•	•	•	•	•	•	•
POSP	•	•	•	•	•	•	•	•
POSRANGE	•	•	•	•	•	•	•	•
POT	•	•	•	•	•	•	•	•
PR	•	•	•	•	•	•	•	•
PREPRO	•	•	•	•	•	•	•	•
PRESETON	•	•	•	•	•	•	•	•
PRESETONS	•	•	•	•	•	•	•	•
Prio	•	•	•	•	•	•	•	•
PRLOC	•	•	•	•	•	•	•	•
PROC	•	•	•	•	•	•	•	•
PROTA	•	•	•	•	•	•	•	•
PROTD	•	•	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
PROTS	•	•	•	•	•	•	•	•
PSI	-	-	-	-	-	-	-	-
PTP	•	•	•	•	•	•	•	•
PTPG0	•	•	•	•	•	•	•	•
PTPWOC	•	•	•	•	•	•	•	•
PUNCHACC	-	-	-	-	-	-	-	-
PUTFTOC	•	•	•	•	•	•	•	•
PUTFTOCF	•	•	•	•	•	•	•	•
PW	○	○	○	○	○	○	○	○
Qu	•	•	•	•	•	•	•	•
R ...	•	•	•	•	•	•	•	•
RAC	•	•	•	•	•	•	•	•
RDISABLE	•	•	•	•	•	•	•	•
READ	•	•	•	•	•	•	•	•
REAL	•	•	•	•	•	•	•	•
RELEASE	•	•	•	•	•	•	•	•
REP	•	•	•	•	•	•	•	•
REPEAT	•	•	•	•	•	•	•	•
REPEATB	•	•	•	•	•	•	•	•
REPOSA	•	•	•	•	•	•	•	•
REPOSH	•	•	•	•	•	•	•	•
REPOSHA	•	•	•	•	•	•	•	•
REPOSL	•	•	•	•	•	•	•	•
REPOSQ	•	•	•	•	•	•	•	•
REPOSQA	•	•	•	•	•	•	•	•
RESETMON	•	•	•	•	•	•	•	•
RET	•	•	•	•	•	•	•	•
RETB	•	•	•	•	•	•	•	•
RIC	•	•	•	•	•	•	•	•
RINDEX	•	•	•	•	•	•	•	•
RMB	•	•	•	•	•	•	•	•
RME	•	•	•	•	•	•	•	•
RMI	•	•	•	•	•	•	•	•
RMN	•	•	•	•	•	•	•	•
RND	•	•	•	•	•	•	•	•
RNDM	•	•	•	•	•	•	•	•
ROT	•	•	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
ROTS	•	•	•	•	•	•	•	•
ROUND	•	•	•	•	•	•	•	•
ROUNDUP	•	•	•	•	•	•	•	•
RP	•	•	•	•	•	•	•	•
RPL	•	•	•	•	•	•	•	•
RT	•	•	•	•	•	•	•	•
RTLIOF	•	•	•	•	•	•	•	•
RTLION	•	•	•	•	•	•	•	•

Операторы S ... Z

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
S	•	•	•	•	•	•	•	•
Save	•	•	•	•	•	•	•	•
SBLOF	•	•	•	•	•	•	•	•
SBLON	•	•	•	•	•	•	•	•
sc	•	•	•	•	•	•	•	•
SCALE	•	•	•	•	•	•	•	•
SCC	•	•	•	•	•	•	•	•
SCPARA	•	•	•	•	•	•	•	•
SD	○	○	○	○	○	○	○	○
set	•	•	•	•	•	•	•	•
SETAL	•	•	•	•	•	•	•	•
SETDNO	•	•	•	•	•	•	•	•
SETINT	•	•	•	•	•	•	•	•
SETM	-	-	-	-	-	○	-	•
SETMS	•	•	•	•	•	•	•	•
SETMS(n)	•	•	•	•	•	•	•	•
SETMTH	•	•	•	•	•	•	•	•
SETPIECE	•	•	•	•	•	•	•	•
SETTA	•	•	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
SETTCOR	•	•	•	•	•	•	•	•
SETTIA	•	•	•	•	•	•	•	•
SF	•	•	•	•	•	•	•	•
SIN	•	•	•	•	•	•	•	•
SIRELAY	-	-	-	-	-	-	-	-
SIRELIN	-	-	-	-	-	-	-	-
SIRELOUT	-	-	-	-	-	-	-	-
SIRELTIME	-	-	-	-	-	-	-	-
SLOT1	•	•	•	•	•	•	•	•
SLOT2	•	•	•	•	•	•	•	•
SOFT	•	•	•	•	•	•	•	•
SOFTA	•	•	•	•	•	•	•	•
SON	-	-	-	-	-	-	-	-
SONS	-	-	-	-	-	-	-	-
SPATH	•	•	•	•	•	•	•	•
SPCOF	•	•	•	•	•	•	•	•
SPCON	•	•	•	•	•	•	•	•
SPI	•	•	•	•	•	•	•	•
SPIF1	-	-	-	-	-	-	-	-
SPIF2	-	-	-	-	-	-	-	-
SPLINEPATH	○	○	○	○	○	○	○	○
SPN	-	-	-	-	-	-	-	-
SPOF	-	-	-	-	-	-	-	-
SPOS	•	•	•	•	•	•	•	•
SPOSA	•	•	•	•	•	•	•	•
SPP	-	-	-	-	-	-	-	-
SPRINT	•	•	•	•	•	•	•	•
SQRT	•	•	•	•	•	•	•	•
SR	•	•	•	•	•	•	•	•
SRA	•	•	•	•	•	•	•	•
ST	•	•	•	•	•	•	•	•
STA	•	•	•	•	•	•	•	•
START	-	-	-	-	-	○	-	•
STARTFIFO	•	•	•	•	•	•	•	•
STAT	•	•	•	•	•	•	•	•
STOLF	•	•	•	•	•	•	•	•
STOPFIFO	•	•	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
STOPRE	•	•	•	•	•	•	•	•
STOPREOF	•	•	•	•	•	•	•	•
STRING	•	•	•	•	•	•	•	•
STRINGFELD	•	•	•	•	•	•	•	•
STRINGIS	•	•	•	•	•	•	•	•
STRLEN	•	•	•	•	•	•	•	•
SUBSTR	•	•	•	•	•	•	•	•
SUPA	•	•	•	•	•	•	•	•
SVC	•	•	•	•	•	•	•	•
SYNFCT	•	•	•	•	•	•	•	•
SYNR	•	•	•	•	•	•	•	•
SYNRW	•	•	•	•	•	•	•	•
SYNW	•	•	•	•	•	•	•	•
T	•	•	•	•	•	•	•	•
TAN	•	•	•	•	•	•	•	•
TANG	-	-	-	-	-	-	-	-
TANGDEL	-	-	-	-	-	-	-	-
TANGOF	-	-	-	-	-	-	-	-
TANGON	-	-	-	-	-	-	-	-
TCA (828D: _TCA)	•	•	•	•	•	•	•	•
TCARR	•	-	•	-	•	•	-	-
TCI	•	•	•	•	•	•	•	•
TCOABS	•	-	•	-	•	•	-	-
TCOFR	•	-	•	-	•	•	-	-
TCOFRX	•	-	•	-	•	•	-	-
TCOFRY	•	-	•	-	•	•	-	-
TCOFRZ	•	-	•	-	•	•	-	-
THETA	-	-	-	-	-	-	-	-
TILT	-	-	-	-	-	-	-	-
TLIFT	-	-	-	-	-	-	-	-
TML	•	•	•	•	•	•	•	•
TMOF	•	•	•	•	•	•	•	•
TMON	•	•	•	•	•	•	•	•
TO	•	•	•	•	•	•	•	•
TOFF	•	•	•	•	•	•	•	•
TOFFL	•	•	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
TOFFOF	•	•	•	•	•	•	•	•
TOFFON	•	•	•	•	•	•	•	•
TOFFR	•	•	•	•	•	•	•	•
TOFRAME	•	•	•	•	•	•	•	•
TOFRAMEX	•	•	•	•	•	•	•	•
TOFRAMEY	•	•	•	•	•	•	•	•
TOFRAMEZ	•	•	•	•	•	•	•	•
TOLOWER	•	•	•	•	•	•	•	•
TOOLENV	•	•	•	•	•	•	•	•
TOOLGNT	•	•	•	•	•	•	•	•
TOOLGT	•	•	•	•	•	•	•	•
TOROT	•	•	•	•	•	•	•	•
TOROTOF	•	•	•	•	•	•	•	•
TOROTX	•	•	•	•	•	•	•	•
TOROTY	•	•	•	•	•	•	•	•
TOROTZ	•	•	•	•	•	•	•	•
TOUPPER	•	•	•	•	•	•	•	•
TOWBCS	•	-	•	-	•	•	-	-
TOWKCS	•	-	•	-	•	•	-	-
TOWMCS	•	-	•	-	•	•	-	-
TOWSTD	•	-	•	-	•	•	-	-
TOWTCS	•	-	•	-	•	•	-	-
TOWWCS	•	-	•	-	•	•	-	-
TR	•	•	•	•	•	•	•	•
TRAANG	-	-	-	-	-	-	○	○
TRACON	-	-	-	-	-	-	○	○
TRACYL	○	○	○	○	○	○	○	○
TRAFOOF	•	•	•	•	•	•	•	•
TRAFOON	-	-	-	-	-	-	-	-
TRAILOF	•	•	•	•	•	•	•	•
TRAILON	•	•	•	•	•	•	•	•
TRANS	•	•	•	•	•	•	•	•
Transmit	○	○	○	○	○	○	○	○
TRAORI	-	-	-	-	-	-	-	-
TRUE	•	•	•	•	•	•	•	•
TRUNC	•	•	•	•	•	•	•	•
Tu	•	•	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D							
	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
TURN	•	•	•	•	•	•	•	•
ULI	•	•	•	•	•	•	•	•
UNLOCK	•	•	•	•	•	•	•	•
UNTIL	•	•	•	•	•	•	•	•
UPATH	•	•	•	•	•	•	•	•
Var	•	•	•	•	•	•	•	•
VELOLIM	•	•	•	•	•	•	•	•
VELOLIMA	•	•	•	•	•	•	•	•
WAITC	•	•	•	•	•	•	•	•
WAITE	-	-	-	-	-	○	-	•
WAITENC	•	•	•	•	•	•	•	•
WAITM	-	-	-	-	-	○	-	•
WAITMC	-	-	-	-	-	○	-	•
WAITP	•	•	•	•	•	•	•	•
WAITS	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS0	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS1	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS2	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS3	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS4	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS5	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS6	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS7	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS8	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS9	•	•	•	•	•	•	•	•
WALCS10	•	•	•	•	•	•	•	•
WALIMOF	•	•	•	•	•	•	•	•
WALIMON	•	•	•	•	•	•	•	•
WHEN	•	•	•	•	•	•	•	•
WHENEVER	•	•	•	•	•	•	•	•
WHILE	•	•	•	•	•	•	•	•
WORKPIECE	•	•	•	•	•	•	•	•
write	•	•	•	•	•	•	•	•
WRTPR	•	•	•	•	•	•	•	•
X	•	•	•	•	•	•	•	•
XOR	•	•	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D							
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me42)	SW24x(5) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te42)	SW26x(3) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me62)	SW26x(3) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te62)	SW28x(2) CNC-SW Фрезеро- вание Экспорт (me821)	SW28x(1) CNC-SW Фрезерова- ние Расшир. Экспорт (me822)	SW28x(2) CNC-SW Токарная обработ- ка Экспорт (te821)	SW28x(1) CNC-SW Токарная обработка Расшир. Экспорт (te822)
Y	•	•	•	•	•	•	•	•
Z	•	•	•	•	•	•	•	•

17.2.2 Варианты управления: шлифование

Операторы A ... C

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
:	●	●	●	●	●	●
*	●	●	●	●	●	●
+	●	●	●	●	●	●
-	●	●	●	●	●	●
<	●	●	●	●	●	●
<<	●	●	●	●	●	●
<=	●	●	●	●	●	●
=	●	●	●	●	●	●
>=	●	●	●	●	●	●
/	●	●	●	●	●	●
/0 ... /7	●	●	●	●	●	●
A	●	●	●	●	●	●
A2	-	-	-	-	-	-
A3	-	-	-	-	-	-
A4	-	-	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-
A6	-	-	-	-	-	-
A7	-	-	-	-	-	-
ABS	●	●	●	●	●	●
AC	●	●	●	●	●	●
ACC	●	●	●	●	●	●
ACCLIMA	●	●	●	●	●	●

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
ACN	•	•	•	•	•	•
ACOS	•	•	•	•	•	•
ACP	•	•	•	•	•	•
ACTBLOCNO	•	•	•	•	•	•
ADDFRAME	•	•	•	•	•	•
ADIS	•	•	•	•	•	•
ADISPOS	•	•	•	•	•	•
ADISPOSA	•	•	•	•	•	•
ALF	•	•	•	•	•	•
AMIRROR	•	•	•	•	•	•
AND	•	•	•	•	•	•
ANG	•	•	•	•	•	•
AP	•	•	•	•	•	•
APR	•	•	•	•	•	•
APRB	•	•	•	•	•	•
APRP	•	•	•	•	•	•
APW	•	•	•	•	•	•
APWB	•	•	•	•	•	•
APWP	•	•	•	•	•	•
APX	•	•	•	•	•	•
AR	•	•	•	•	•	•
AROT	•	•	•	•	•	•
AROTS	•	•	•	•	•	•
AS	•	•	•	•	•	•
ASCALE	•	•	•	•	•	•
ASIN	•	•	•	•	•	•
ASPLINE	○	○	○	○	○	○
ATAN2	•	•	•	•	•	•
ATOL	•	•	•	•	•	•
ATRANS	•	•	•	•	•	•
AUXFUDEL	•	•	•	•	•	•
AUXFUDELG	•	•	•	•	•	•
AUXFUMSEQ	•	•	•	•	•	•
AUXFUSYNC	•	•	•	•	•	•
AX	•	•	•	•	•	•
AXCTSWE	-	-	-	-	-	-
AXCTSWEC	-	-	-	-	-	-
AXCTSWED	-	-	-	-	-	-

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
AXIS	●	●	●	●	●	●
AXNAME	●	●	●	●	●	●
AXSTRING	●	●	●	●	●	●
AXTOCHAN	●	●	●	●	●	●
AXTOSPI	●	●	●	●	●	●
B	●	●	●	●	●	●
B2	-	-	-	-	-	-
B3	-	-	-	-	-	-
B4	-	-	-	-	-	-
B5	-	-	-	-	-	-
B6	-	-	-	-	-	-
B7	-	-	-	-	-	-
B_AND	●	●	●	●	●	●
B_OR	●	●	●	●	●	●
B_NOT	●	●	●	●	●	●
B_XOR	●	●	●	●	●	●
BAUTO	○	○	○	○	○	○
BLOCK	●	●	●	●	●	●
BLSYNC	●	●	●	●	●	●
BNAT	○	○	○	○	○	○
BOOL	●	●	●	●	●	●
BOUND	●	●	●	●	●	●
BRISK	●	●	●	●	●	●
BRISKA	●	●	●	●	●	●
BSPLINE	○	○	○	○	○	○
BTAN	○	○	○	○	○	○
C	●	●	●	●	●	●
C2	-	-	Имя оси кана- ла	-	-	-
C3	-	-	-	-	-	-
C4	-	-	-	-	-	-
C5	-	-	-	-	-	-
C6	-	-	-	-	-	-
C7	-	-	-	-	-	-
CAC	●	●	●	●	●	●
CACN	●	●	●	●	●	●
CACP	●	●	●	●	●	●
CALCDAT	●	●	●	●	●	●

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
CALCPOSI	•	•	•	•	•	•
CALL	•	•	•	•	•	•
CALLPATH	•	•	•	•	•	•
CANCEL	•	•	•	•	•	•
CASE	•	•	•	•	•	•
CDC	•	•	•	•	•	•
CDOF	-	-	-	-	-	-
CDOF2	-	-	-	-	-	-
CDON	-	-	-	-	-	-
CFC	•	•	•	•	•	•
CFIN	•	•	•	•	•	•
CFINE	•	•	•	•	•	•
CFTCP	•	•	•	•	•	•
Chan	•	•	•	•	•	•
CHANDATA	•	•	•	•	•	•
CHAR	•	•	•	•	•	•
CHF	•	•	•	•	•	•
CHKDM	•	•	•	•	•	•
CHKDNO	•	•	•	•	•	•
CHR	•	•	•	•	•	•
CIC	•	•	•	•	•	•
CIP	•	•	•	•	•	•
CLEARM	-	-	•	-	-	•
CLRINT	•	•	•	•	•	•
CMIRROR	•	•	•	•	•	•
COARSEA	•	•	•	•	•	•
COLLPAIR	-	-	-	-	-	-
COMPCAD	•	•	•	•	•	•
COMPCURV	•	•	•	•	•	•
COMPLETE	•	•	•	•	•	•
COMPOF	•	•	•	•	•	•
COMPON	•	•	•	•	•	•
COMPSURF	-	-	-	-	-	-
CONTDCON	•	•	•	•	•	•
CONTPRON	•	•	•	•	•	•
CORROF	•	•	•	•	•	•
CORRTRAFO	-	-	-	-	-	-
COS	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D					
	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
COUPDEF	○	○	○	○	○	○
COUPDEL	○	○	○	○	○	○
COUPOF	○	○	○	○	○	○
COUPOFS	○	○	○	○	○	○
COUPON	○	○	○	○	○	○
COUPONC	○	○	○	○	○	○
COUPRES	○	○	○	○	○	○
CP	●	●	●	●	●	●
CPBC	○	○	○	○	○	○
CPDEF	○	○	○	○	○	○
CPDEL	○	○	○	○	○	○
CPFMOF	○	○	○	○	○	○
CPFMON	○	○	○	○	○	○
CPFMSON	○	○	○	○	○	○
CPFPOS	○	○	○	○	○	○
CPFRS	○	○	○	○	○	○
CPLA	○	○	○	○	○	○
CPLCTID	○	○	○	○	○	○
CPLDEF	○	○	○	○	○	○
CPLDEL	○	○	○	○	○	○
CPLDEN	○	○	○	○	○	○
CPLINSC	○	○	○	○	○	○
CPLINTR	○	○	○	○	○	○
CPLNUM	○	○	○	○	○	○
CPLOF	○	○	○	○	○	○
CPLON	○	○	○	○	○	○
CPLOUTSC	○	○	○	○	○	○
CPLOUTTR	○	○	○	○	○	○
CPLPOS	○	○	○	○	○	○
CPLSETVAL	○	○	○	○	○	○
CPMALARM	○	○	○	○	○	○
CPMBRAKE	○	○	○	○	○	○
CPMPRT	○	○	○	○	○	○
CPMRESET	○	○	○	○	○	○
CPMSTART	○	○	○	○	○	○
CPMVDI	○	○	○	○	○	○
CPOF	○	○	○	○	○	○
CPON	○	○	○	○	○	○

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
CPRECOF	●	●	●	●	●	●
CPRECON	●	●	●	●	●	●
CPRES	○	○	○	○	○	○
CPROT	●	●	●	●	●	●
CPROTDEF	●	●	●	●	●	●
CPSETTYPE	○	○	○	○	○	○
CPSYNCOF	○	○	○	○	○	○
CPSYNCOF2	○	○	○	○	○	○
CPSYNCOV	○	○	○	○	○	○
CPSYNFIP	○	○	○	○	○	○
CPSYNFIP2	○	○	○	○	○	○
CPSYNFIV	○	○	○	○	○	○
CR	●	●	●	●	●	●
CROT	●	●	●	●	●	●
CROTS	●	●	●	●	●	●
CRPL	●	●	●	●	●	●
CSCALE	●	●	●	●	●	●
CSPLINE	○	○	○	○	○	○
CT	●	●	●	●	●	●
CTAB	-	-	-	-	-	-
CTABDEF	-	-	-	-	-	-
CTABDEL	-	-	-	-	-	-
CTABEND	-	-	-	-	-	-
CTABEXISTS	-	-	-	-	-	-
CTABFNO	-	-	-	-	-	-
CTABFPOL	-	-	-	-	-	-
CTABFSEG	-	-	-	-	-	-
CTABID	-	-	-	-	-	-
CTABINV	-	-	-	-	-	-
CTABISLOCK	-	-	-	-	-	-
CTABLOCK	-	-	-	-	-	-
CTABMEMTYP	-	-	-	-	-	-
CTABMPOL	-	-	-	-	-	-
CTABMSEG	-	-	-	-	-	-
CTABNO	-	-	-	-	-	-
CTABNOMEM	-	-	-	-	-	-
CTABPERIOD	-	-	-	-	-	-
CTABPOL	-	-	-	-	-	-

Оператор ● стандарт ○ опция - недоступно	SINUMERIK 828D					
	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
CTABPOLID	-	-	-	-	-	-
CTABSEG	-	-	-	-	-	-
CTABSEGID	-	-	-	-	-	-
CTABSEV	-	-	-	-	-	-
CTABSSV	-	-	-	-	-	-
CTABTEP	-	-	-	-	-	-
CTABTEV	-	-	-	-	-	-
CTABTMAX	-	-	-	-	-	-
CTABTMIN	-	-	-	-	-	-
CTABTSP	-	-	-	-	-	-
CTABTSV	-	-	-	-	-	-
CTABUNLOCK	-	-	-	-	-	-
CTOL	●	●	●	●	●	●
CTRANS	●	●	●	●	●	●
CUT2D	●	●	●	●	●	●
CUT2DD	●	●	●	●	●	●
CUT2DF	●	●	●	●	●	●
CUT2DFD	●	●	●	●	●	●
CUT3DC	-	-	-	-	-	-
CUT3DCC	-	-	-	-	-	-
CUT3DCCD	-	-	-	-	-	-
CUT3DCD	-	-	-	-	-	-
CUT3DF	-	-	-	-	-	-
CUT3DFD	-	-	-	-	-	-
CUT3DFF	-	-	-	-	-	-
CUT3DFS	-	-	-	-	-	-
CUTCONOF	●	●	●	●	●	●
CUTCONON	●	●	●	●	●	●
CUTMOD	●	●	●	●	●	●
CUTMODK	-	-	-	-	-	-
CYCLE60	-	-	-	-	-	-
CYCLE61	-	-	-	-	-	-
CYCLE62	●	●	●	●	●	●
CYCLE63	-	-	-	-	-	-
CYCLE64	-	-	-	-	-	-
CYCLE70	-	-	-	-	-	-
CYCLE72	-	-	-	-	-	-
CYCLE76	-	-	-	-	-	-

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
CYCLE77	-	-	-	-	-	-
CYCLE78	-	-	-	-	-	-
CYCLE79	-	-	-	-	-	-
CYCLE81	-	-	-	-	-	-
CYCLE82	-	-	-	-	-	-
CYCLE83	-	-	-	-	-	-
CYCLE84	-	-	-	-	-	-
CYCLE85	-	-	-	-	-	-
CYCLE86	-	-	-	-	-	-
CYCLE92	-	-	-	-	-	-
CYCLE95	-	-	-	-	-	-
CYCLE98	-	-	-	-	-	-
CYCLE99	-	-	-	-	-	-
CYCLE150	-	-	-	-	-	-
CYCLE435	○	○	○	○	○	○
CYCLE495	○	○	○	○	○	○
CYCLE750	●	●	●	●	●	●
CYCLE751	●	●	●	●	●	●
CYCLE752	●	●	●	●	●	●
CYCLE753	●	●	●	●	●	●
CYCLE754	●	●	●	●	●	●
CYCLE755	●	●	●	●	●	●
CYCLE756	●	●	●	●	●	●
CYCLE757	●	●	●	●	●	●
CYCLE758	●	●	●	●	●	●
CYCLE759	●	●	●	●	●	●
CYCLE800	○	○	○	○	○	○
CYCLE801	-	-	-	-	-	-
CYCLE802	-	-	-	-	-	-
CYCLE830	-	-	-	-	-	-
CYCLE832	●	●	●	●	●	●
CYCLE840	-	-	-	-	-	-
CYCLE899	-	-	-	-	-	-
CYCLE930	-	-	-	-	-	-
CYCLE940	-	-	-	-	-	-
CYCLE951	-	-	-	-	-	-
CYCLE952	-	-	-	-	-	-
CYCLE961	-	-	-	-	-	-

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
CYCLE971	-	-	-	-	-	-
CYCLE973	-	-	-	-	-	-
CYCLE974	-	-	-	-	-	-
CYCLE976	-	-	-	-	-	-
CYCLE977	-	-	-	-	-	-
CYCLE978	-	-	-	-	-	-
CYCLE979	-	-	-	-	-	-
CYCLE982	-	-	-	-	-	-
CYCLE994	-	-	-	-	-	-
CYCLE995	-	-	-	-	-	-
CYCLE996	-	-	-	-	-	-
CYCLE997	-	-	-	-	-	-
CYCLE998	-	-	-	-	-	-
CYCLE4071	•	•	•	•	•	•
CYCLE4072	•	•	•	•	•	•
CYCLE4073	•	•	•	•	•	•
CYCLE4074	•	•	•	•	•	•
CYCLE4075	•	•	•	•	•	•
CYCLE4077	•	•	•	•	•	•
CYCLE4078	•	•	•	•	•	•
CYCLE4079	•	•	•	•	•	•

Операторы D ... F

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
D	•	•	•	•	•	•
D0	•	•	•	•	•	•
DAC	•	•	•	•	•	•
DC	•	•	•	•	•	•
DCI	•	•	•	•	•	•
DCM	•	•	•	•	•	•
DCU	•	•	•	•	•	•
DEF	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
DEFINE	●	●	●	●	●	●
DEFAULT	●	●	●	●	●	●
DELAYFSTON	●	●	●	●	●	●
DELAYFSTOF	●	●	●	●	●	●
DELDL	●	●	●	●	●	●
DELDTG	●	●	●	●	●	●
DELETE	●	●	●	●	●	●
DELMLOWNER	●	●	●	●	●	●
DELMRES	●	●	●	●	●	●
DELMT	-	-	-	-	-	-
DELOBJ	-	-	-	-	-	-
DELT	●	●	●	●	●	●
DELTC	●	●	●	●	●	●
DELTOOLENV	●	●	●	●	●	●
DIACYCOFA	●	●	●	●	●	●
DIAM90	●	●	●	●	●	●
DIAM90A	●	●	●	●	●	●
DIAMCHAN	●	●	●	●	●	●
DIAMCHANA	●	●	●	●	●	●
DIAMCYCOF	●	●	●	●	●	●
DIAMOF	●	●	●	●	●	●
DIAMOFA	●	●	●	●	●	●
DIAMON	●	●	●	●	●	●
DIAMONA	●	●	●	●	●	●
DIC	●	●	●	●	●	●
DILF	●	●	●	●	●	●
Disable	●	●	●	●	●	●
DISC	●	●	●	●	●	●
DISCL	●	●	●	●	●	●
DISPLOF	●	●	●	●	●	●
DISPLON	●	●	●	●	●	●
DISPR	●	●	●	●	●	●
DISR	●	●	●	●	●	●
DISRP	●	●	●	●	●	●
DITE	●	●	●	●	●	●
DITS	●	●	●	●	●	●
DIV	●	●	●	●	●	●
dl	-	-	-	-	-	-

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
DO	●	●	●	●	●	●
DRFOF	●	●	●	●	●	●
DRIVE	●	●	●	●	●	●
DRIVEA	●	●	●	●	●	●
DYNFINISH	●	●	●	●	●	●
DYNNORM	●	●	●	●	●	●
DYNPOS	●	●	●	●	●	●
DYNROUGH	●	●	●	●	●	●
DYNSEMIFIN	●	●	●	●	●	●
DZERO	●	●	●	●	●	●
EAUTO	○	○	○	○	○	○
EGDEF	○	○	○	○	○	○
EGDEL	○	○	○	○	○	○
EGOFC	○	○	○	○	○	○
EGOFS	○	○	○	○	○	○
EGON	○	○	○	○	○	○
EGONSYN	○	○	○	○	○	○
EGONSYNE	○	○	○	○	○	○
ELSE	●	●	●	●	●	●
Enable	●	●	●	●	●	●
ENAT	○	○	○	○	○	○
ENDFOR	●	●	●	●	●	●
ENDIF	●	●	●	●	●	●
ENDLABEL	●	●	●	●	●	●
ENDLOOP	●	●	●	●	●	●
ENDPROC	●	●	●	●	●	●
ENDWHILE	●	●	●	●	●	●
ESRR	○	○	○	○	○	○
ESRS	○	○	○	○	○	○
ETAN	○	○	○	○	○	○
EVERY	●	●	●	●	●	●
EX	●	●	●	●	●	●
EXECSTRING	●	●	●	●	●	●
EXECTAB	●	●	●	●	●	●
EXECUTE	●	●	●	●	●	●
exp	●	●	●	●	●	●
EXTCALL	●	●	●	●	●	●
EXTCLOSE	●	●	●	●	●	●

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
EXTERN	•	•	•	•	•	•
EXTOPEN	•	•	•	•	•	•
F	•	•	•	•	•	•
FA	•	•	•	•	•	•
FAD	•	•	•	•	•	•
false	•	•	•	•	•	•
FB	•	•	•	•	•	•
FCTDEF	•	•	•	•	•	•
FCUB	•	•	•	•	•	•
FD	•	•	•	•	•	•
FDA	•	•	•	•	•	•
FENDNORM	•	•	•	•	•	•
FFWOF	•	•	•	•	•	•
FFWON	•	•	•	•	•	•
FGREF	•	•	•	•	•	•
FGROUP	•	•	•	•	•	•
FI	•	•	•	•	•	•
FIFOCTRL	•	•	•	•	•	•
FILEDATE	•	•	•	•	•	•
FILEINFO	•	•	•	•	•	•
FILESIZE	•	•	•	•	•	•
FILESTAT	•	•	•	•	•	•
FILETIME	•	•	•	•	•	•
FINEA	•	•	•	•	•	•
FL	•	•	•	•	•	•
FLIN	•	•	•	•	•	•
FMA	•	•	•	•	•	•
FNORM	•	•	•	•	•	•
FOCOF	○	○	○	○	○	○
FOCON	○	○	○	○	○	○
FOR	•	•	•	•	•	•
FP	•	•	•	•	•	•
FPO	-	-	-	-	-	-
FPR	•	•	•	•	•	•
FPRAOF	•	•	•	•	•	•
FPRAON	•	•	•	•	•	•
FRAME	•	•	•	•	•	•
FRC	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
FRCM	•	•	•	•	•	•
FROM	•	•	•	•	•	•
FTOC	•	•	•	•	•	•
FTOCOF	•	•	•	•	•	•
FTOCON	•	•	•	•	•	•
FXS	•	•	•	•	•	•
FXST	•	•	•	•	•	•
FXSW	•	•	•	•	•	•
FZ	•	•	•	•	•	•

Операторы G ... L

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
G0	•	•	•	•	•	•
G1	•	•	•	•	•	•
G2	•	•	•	•	•	•
G3	•	•	•	•	•	•
G4	•	•	•	•	•	•
G5	•	•	•	•	•	•
G7	•	•	•	•	•	•
G9	•	•	•	•	•	•
G17	•	•	•	•	•	•
G18	•	•	•	•	•	•
G19	•	•	•	•	•	•
G25	•	•	•	•	•	•
G26	•	•	•	•	•	•
G33	•	•	•	•	•	•
G34	•	•	•	•	•	•
G35	•	•	•	•	•	•
G40	•	•	•	•	•	•
G41	•	•	•	•	•	•
G42	•	•	•	•	•	•
G53	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
G54	•	•	•	•	•	•
G55	•	•	•	•	•	•
G56	•	•	•	•	•	•
G57	•	•	•	•	•	•
G58	→ G505					
G59	→ G506					
G60	•	•	•	•	•	•
G62	•	•	•	•	•	•
G63	•	•	•	•	•	•
G64	•	•	•	•	•	•
G70	•	•	•	•	•	•
G71	•	•	•	•	•	•
G74	•	•	•	•	•	•
G75	•	•	•	•	•	•
G90	•	•	•	•	•	•
G91	•	•	•	•	•	•
G93	•	•	•	•	•	•
G94	•	•	•	•	•	•
G95	•	•	•	•	•	•
G96	•	•	•	•	•	•
G97	•	•	•	•	•	•
G110	•	•	•	•	•	•
G111	•	•	•	•	•	•
G112	•	•	•	•	•	•
G140	•	•	•	•	•	•
G141	•	•	•	•	•	•
G142	•	•	•	•	•	•
G143	•	•	•	•	•	•
G147	•	•	•	•	•	•
G148	•	•	•	•	•	•
G153	•	•	•	•	•	•
G247	•	•	•	•	•	•
G248	•	•	•	•	•	•
G290	•	•	•	•	•	•
G291	-	-	-	-	-	-
G331	•	•	•	•	•	•
G332	•	•	•	•	•	•
G335	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
G336	●	●	●	●	●	●
G340	●	●	●	●	●	●
G341	●	●	●	●	●	●
G347	●	●	●	●	●	●
G348	●	●	●	●	●	●
G450	●	●	●	●	●	●
G451	●	●	●	●	●	●
G460	●	●	●	●	●	●
G461	●	●	●	●	●	●
G462	●	●	●	●	●	●
G500	●	●	●	●	●	●
G505 ... G599	●	●	●	●	●	●
G601	●	●	●	●	●	●
G602	●	●	●	●	●	●
G603	●	●	●	●	●	●
G621	●	●	●	●	●	●
G641	●	●	●	●	●	●
G642	●	●	●	●	●	●
G643	●	●	●	●	●	●
G644	●	●	●	●	●	●
G645	●	●	●	●	●	●
G700	●	●	●	●	●	●
G710	●	●	●	●	●	●
G810 ... G819	-	-	-	-	-	-
G820 ... G829	-	-	-	-	-	-
G931	●	●	●	●	●	●
G942	●	●	●	●	●	●
G952	●	●	●	●	●	●
G961	●	●	●	●	●	●
G962	●	●	●	●	●	●
G971	●	●	●	●	●	●
G972	●	●	●	●	●	●
G973	●	●	●	●	●	●
GEOAX	●	●	●	●	●	●
GET	●	●	●	●	●	●
GETACTT	●	●	●	●	●	●
GETACTTD	●	●	●	●	●	●
GETD	-	-	●	-	-	●

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
• стандарт						
○ опция						
- недоступно						
GETDNO	•	•	•	•	•	•
GETEXET	•	•	•	•	•	•
GETFREELOC	•	•	•	•	•	•
GETSELT	•	•	•	•	•	•
GETT	•	•	•	•	•	•
GETTCOR	•	•	•	•	•	•
GETTENV	•	•	•	•	•	•
GETVARAP	•	•	•	•	•	•
GETVARDFT	•	•	•	•	•	•
GETVARLIM	•	•	•	•	•	•
GETVARPHU	•	•	•	•	•	•
GETVARTYP	•	•	•	•	•	•
GFRAME0 ... GFRAME100	<50	< 100	< 100	<50	< 100	< 100
GOTO	•	•	•	•	•	•
GOTOB	•	•	•	•	•	•
GOTOC	•	•	•	•	•	•
GOTOF	•	•	•	•	•	•
GOTOS	•	•	•	•	•	•
GP	•	•	•	•	•	•
GWPSOF	•	•	•	•	•	•
GROUP_ADDEND	•	•	•	•	•	•
GROUP_BEGIN	•	•	•	•	•	•
GROUP_END	•	•	•	•	•	•
GWPSON	•	•	•	•	•	•
H...	•	•	•	•	•	•
HOLES1	-	-	-	-	-	-
HOLES2	-	-	-	-	-	-
I	•	•	•	•	•	•
I1	•	•	•	•	•	•
IC	•	•	•	•	•	•
ICYCOF	•	•	•	•	•	•
ICYCON	•	•	•	•	•	•
ID	•	•	•	•	•	•
IDS	•	•	•	•	•	•
IF	•	•	•	•	•	•
INDEX	•	•	•	•	•	•
INIPO	•	•	•	•	•	•

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
INIRE	•	•	•	•	•	•
INICF	•	•	•	•	•	•
INIT	-	-	•	-	-	•
INITIAL						
INT	•	•	•	•	•	•
INTERSEC	•	•	•	•	•	•
INVCCW	-	-	-	-	-	-
INVCW	-	-	-	-	-	-
INVFRAME	•	•	•	•	•	•
IP	•	•	•	•	•	•
IPOBRKA	•	•	•	•	•	•
IPOENDA	•	•	•	•	•	•
IPTRLOCK	•	•	•	•	•	•
IPTRUNLOCK	•	•	•	•	•	•
IR	•	•	•	•	•	•
ISAXIS	•	•	•	•	•	•
ISD	-	-	-	-	-	-
ISFILE	•	•	•	•	•	•
ISNUMBER	•	•	•	•	•	•
ISOCALL	-	-	-	-	-	-
ISVAR	•	•	•	•	•	•
J	•	•	•	•	•	•
J1	•	•	•	•	•	•
JERKA	•	•	•	•	•	•
JERKLIM	•	•	•	•	•	•
JERKLIMA	•	•	•	•	•	•
JR	•	•	•	•	•	•
K	•	•	•	•	•	•
K1	•	•	•	•	•	•
KONT	•	•	•	•	•	•
KONTC	•	•	•	•	•	•
KONTT	•	•	•	•	•	•
KR	•	•	•	•	•	•
I	•	•	•	•	•	•
LEAD						
Ориентация инстру- мента	-	-	-	-	-	-
Полин. ориентации	-	-	-	-	-	-

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
LEADOF	-	-	-	-	-	-
LEADON	-	-	-	-	-	-
LENTOAX	●	●	●	●	●	●
LFOF	●	●	●	●	●	●
LFON	●	●	●	●	●	●
LFPOS	●	●	●	●	●	●
LFTXT	●	●	●	●	●	●
LFWP	●	●	●	●	●	●
LIFTFAST	●	●	●	●	●	●
LIMS	●	●	●	●	●	●
LLI	●	●	●	●	●	●
LN	●	●	●	●	●	●
LOCK	●	●	●	●	●	●
LONGHOLE	-	-	-	-	-	-
LOOP	●	●	●	●	●	●

Операторы M ... R

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
M0	●	●	●	●	●	●
M1	●	●	●	●	●	●
M2	●	●	●	●	●	●
M3	●	●	●	●	●	●
M4	●	●	●	●	●	●
M5	●	●	●	●	●	●
M6	●	●	●	●	●	●
M17	●	●	●	●	●	●
M19	●	●	●	●	●	●
M30	●	●	●	●	●	●
M40	●	●	●	●	●	●
M41 ... M45	●	●	●	●	●	●
M70	●	●	●	●	●	●
MASLDEF	-	-	-	-	-	-

Оператор	SINUMERIK 828D					
	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
MASLDEL	-	-	-	-	-	-
MASLOF	-	-	-	-	-	-
MASLOFS	-	-	-	-	-	-
MASLON	-	-	-	-	-	-
MATCH	•	•	•	•	•	•
MAXVAL	•	•	•	•	•	•
MCALL	•	•	•	•	•	•
MEAC	-	○	○	-	○	○
MEAFRAME	•	•	•	•	•	•
MEAS	•	•	•	•	•	•
MEASA	-	○	○	-	○	○
MEASURE	•	•	•	•	•	•
MEAW	•	•	•	•	•	•
MEAWA	-	○	○	-	○	○
MI	•	•	•	•	•	•
MINDEX	•	•	•	•	•	•
MINVAL	•	•	•	•	•	•
MIRROR	•	•	•	•	•	•
MMC	•	•	•	•	•	•
MOD	•	•	•	•	•	•
MODAXVAL	•	•	•	•	•	•
MOV	•	•	•	•	•	•
MOVTT	•	•	•	•	•	•
MSG	•	•	•	•	•	•
MVTOOL	•	•	•	•	•	•
N	•	•	•	•	•	•
NAMETOINT	•	•	•	•	•	•
NCK	•	•	•	•	•	•
NEWCONF	•	•	•	•	•	•
NEWMT	•	•	•	•	•	•
NEWTT	-	-	-	-	-	-
NORM	•	•	•	•	•	•
NOT	•	•	•	•	•	•
NPROT	•	•	•	•	•	•
NPROTDEF	•	•	•	•	•	•
NUMBER	•	•	•	•	•	•
OEMIPO1	-	-	-	-	-	-
OEMIPO2	-	-	-	-	-	-

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
OF	●	●	●	●	●	●
OFFN	●	●	●	●	●	●
OMA1	-	-	-	-	-	-
OMA2	-	-	-	-	-	-
OMA3	-	-	-	-	-	-
OMA4	-	-	-	-	-	-
OMA5	-	-	-	-	-	-
OR	●	●	●	●	●	●
ORIXES	-	-	-	-	-	-
ORIXPOS	-	-	-	-	-	-
ORIC	-	-	-	-	-	-
ORICONCCW	-	-	-	-	-	-
ORICONCW	-	-	-	-	-	-
ORICONIO	-	-	-	-	-	-
ORICONTO	-	-	-	-	-	-
ORICURVE	-	-	-	-	-	-
ORID	-	-	-	-	-	-
ORIEULER	-	-	-	-	-	-
ORIMKS	-	-	-	-	-	-
ORIPATH	-	-	-	-	-	-
ORIPATHS	-	-	-	-	-	-
ORIPANE	-	-	-	-	-	-
ORIRESET	-	-	-	-	-	-
ORIROTA	-	-	-	-	-	-
ORIROTC	-	-	-	-	-	-
ORIROTR	-	-	-	-	-	-
ORIROTT	-	-	-	-	-	-
ORIRPY	-	-	-	-	-	-
ORIRPY2	-	-	-	-	-	-
ORIS	-	-	-	-	-	-
ORISOF	-	-	-	-	-	-
ORISOLH	-	-	-	-	-	-
ORISON	-	-	-	-	-	-
ORIVECT	-	-	-	-	-	-
ORIVIRT1	-	-	-	-	-	-
ORIVIRT2	-	-	-	-	-	-
ORIWKS	-	-	-	-	-	-
OS	○	○	○	○	○	○

Оператор	SINUMERIK 828D					
	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
• стандарт ○ опция - недоступно						
OSB	○	○	○	○	○	○
OSC	-	-	-	-	-	-
OSCILL	○	○	○	○	○	○
OSCTRL	○	○	○	○	○	○
OSD	-	-	-	-	-	-
OSE	○	○	○	○	○	○
OSNSC	●	●	●	●	●	●
OSOF	-	-	-	-	-	-
OSP1	●	●	●	●	●	●
OSP2	●	●	●	●	●	●
OSS	-	-	-	-	-	-
OSSE	-	-	-	-	-	-
OST	-	-	-	-	-	-
OST1	●	●	●	●	●	●
OST2	●	●	●	●	●	●
OTOL	●	●	●	●	●	●
OVR	●	●	●	●	●	●
OVRA	●	●	●	●	●	●
OVRRAP	●	●	●	●	●	●
P	●	●	●	●	●	●
PAROT	●	●	●	●	●	●
PAROTOF	●	●	●	●	●	●
PCALL	●	●	●	●	●	●
PDELAYOF	-	-	-	-	-	-
PDELAYON	-	-	-	-	-	-
PHI	-	-	-	-	-	-
PHU	●	●	●	●	●	●
PL	-	-	-	-	-	-
PM	●	●	●	●	●	●
po	-	-	-	-	-	-
POCKET3	-	-	-	-	-	-
POCKET4	-	-	-	-	-	-
POLF	●	●	●	●	●	●
POLFA	●	●	●	●	●	●
POLFMASK	●	●	●	●	●	●
POLFMLIN	●	●	●	●	●	●
POLY	-	-	-	-	-	-
POLYPATH	-	-	-	-	-	-

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
PON	-	-	-	-	-	-
PONS	-	-	-	-	-	-
Pos	●	●	●	●	●	●
POSA	●	●	●	●	●	●
POSM	●	●	●	●	●	●
POSMT	-	-	-	-	-	-
POSP	●	●	●	●	●	●
POSRANGE	●	●	●	●	●	●
POT	●	●	●	●	●	●
PR	●	●	●	●	●	●
PREPRO	●	●	●	●	●	●
PRESETON	●	●	●	●	●	●
PRESETONS	●	●	●	●	●	●
Prio	●	●	●	●	●	●
PRLOC	●	●	●	●	●	●
PROC	●	●	●	●	●	●
PROTA	●	●	●	●	●	●
PROTD	●	●	●	●	●	●
PROTS	●	●	●	●	●	●
PSI	-	-	-	-	-	-
PTP	●	●	●	●	●	●
PTPG0	●	●	●	●	●	●
PTPWOC	●	●	●	●	●	●
PUNCHACC	-	-	-	-	-	-
PUTFTOC	●	●	●	●	●	●
PUTFTOCF	●	●	●	●	●	●
PW	○	○	○	○	○	○
Qu	●	●	●	●	●	●
R ...	●	●	●	●	●	●
RAC	●	●	●	●	●	●
RDISABLE	●	●	●	●	●	●
READ	●	●	●	●	●	●
REAL	●	●	●	●	●	●
RELEASE	●	●	●	●	●	●
REP	●	●	●	●	●	●
REPEAT	●	●	●	●	●	●
REPEATB	●	●	●	●	●	●
REPOSA	●	●	●	●	●	●

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
REPOSH	•	•	•	•	•	•
REPOSHA	•	•	•	•	•	•
REPOSL	•	•	•	•	•	•
REPOSQ	•	•	•	•	•	•
REPOSQA	•	•	•	•	•	•
RESETMON	•	•	•	•	•	•
RET	•	•	•	•	•	•
RETB	•	•	•	•	•	•
RIC	•	•	•	•	•	•
RINDEX	•	•	•	•	•	•
RMB	•	•	•	•	•	•
RME	•	•	•	•	•	•
RMI	•	•	•	•	•	•
RMN	•	•	•	•	•	•
RND	•	•	•	•	•	•
RNDM	•	•	•	•	•	•
ROT	•	•	•	•	•	•
ROTS	•	•	•	•	•	•
ROUND	•	•	•	•	•	•
ROUNDUP	•	•	•	•	•	•
RP	•	•	•	•	•	•
RPL	•	•	•	•	•	•
RT	•	•	•	•	•	•
RTLIOF	•	•	•	•	•	•
RTLION	•	•	•	•	•	•

Операторы S ... Z

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
S	•	•	•	•	•	•
Save	•	•	•	•	•	•
SBLOF	•	•	•	•	•	•
SBLON	•	•	•	•	•	•

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
SC	•	•	•	•	•	•
SCALE	•	•	•	•	•	•
SCC	•	•	•	•	•	•
SCPARA	•	•	•	•	•	•
SD	○	○	○	○	○	○
set	•	•	•	•	•	•
SETAL	•	•	•	•	•	•
SETDNO	•	•	•	•	•	•
SETINT	•	•	•	•	•	•
SETM	-	-	•	-	-	•
SETMS	•	•	•	•	•	•
SETMS(n)	•	•	•	•	•	•
SETMTH	•	•	•	•	•	•
SETPIECE	•	•	•	•	•	•
SETTA	•	•	•	•	•	•
SETTCOR	•	•	•	•	•	•
SETTIA	•	•	•	•	•	•
SF	•	•	•	•	•	•
SIN	•	•	•	•	•	•
SIRELAY	-	-	-	-	-	-
SIRELIN	-	-	-	-	-	-
SIRELOUT	-	-	-	-	-	-
SIRELTIME	-	-	-	-	-	-
SLOT1	-	-	-	-	-	-
SLOT2	-	-	-	-	-	-
SOFT	•	•	•	•	•	•
SOFTA	•	•	•	•	•	•
SON	-	-	-	-	-	-
SONS	-	-	-	-	-	-
SPATH	•	•	•	•	•	•
SPCOF	•	•	•	•	•	•
SPCON	•	•	•	•	•	•
SPI	•	•	•	•	•	•
SPIF1	-	-	-	-	-	-
SPIF2	-	-	-	-	-	-
SPLINEPATH	○	○	○	○	○	○
SPN	-	-	-	-	-	-
SPOF	-	-	-	-	-	-

Оператор	SINUMERIK 828D					
● стандарт ○ опция - недоступно	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
SPOS	●	●	●	●	●	●
SPOSA	●	●	●	●	●	●
SPP	-	-	-	-	-	-
SPRINT	●	●	●	●	●	●
SQRT	●	●	●	●	●	●
SR	●	●	●	●	●	●
SRA	●	●	●	●	●	●
ST	●	●	●	●	●	●
STA	●	●	●	●	●	●
START	-	-	●	-	-	●
STARTFIFO	●	●	●	●	●	●
STAT	●	●	●	●	●	●
STOLF	●	●	●	●	●	●
STOPFIFO	●	●	●	●	●	●
STOPRE	●	●	●	●	●	●
STOPREOF	●	●	●	●	●	●
STRING	●	●	●	●	●	●
STRINGFELD	●	●	●	●	●	●
STRINGIS	●	●	●	●	●	●
STRLEN	●	●	●	●	●	●
SUBSTR	●	●	●	●	●	●
SUPA	●	●	●	●	●	●
SVC	●	●	●	●	●	●
SYNFCT	●	●	●	●	●	●
SYNR	●	●	●	●	●	●
SYNRW	●	●	●	●	●	●
SYNW	●	●	●	●	●	●
T	●	●	●	●	●	●
TAN	●	●	●	●	●	●
TANG	○	○	○	○	○	○
TANGDEL	○	○	○	○	○	○
TANGOF	○	○	○	○	○	○
TANGON	○	○	○	○	○	○
TCA (828D: _TCA)	●	●	●	●	●	●
TCARR	●	●	●	●	●	●
TCI	●	●	●	●	●	●
TCOABS	●	●	●	●	●	●

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
TCOFR	•	•	•	•	•	•
TCOFRX	•	•	•	•	•	•
TCOFRY	•	•	•	•	•	•
TCOFRZ	•	•	•	•	•	•
THETA	-	-	-	-	-	-
TILT	-	-	-	-	-	-
TLIFT	○	○	○	○	○	○
TML	•	•	•	•	•	•
TMOF	•	•	•	•	•	•
TMON	•	•	•	•	•	•
TO	•	•	•	•	•	•
TOFF	•	•	•	•	•	•
TOFFL	•	•	•	•	•	•
TOFFOF	•	•	•	•	•	•
TOFFON	•	•	•	•	•	•
TOFFR	•	•	•	•	•	•
TOFRAME	•	•	•	•	•	•
TOFRAMEX	•	•	•	•	•	•
TOFRAMEY	•	•	•	•	•	•
TOFRAMEZ	•	•	•	•	•	•
TOLOWER	•	•	•	•	•	•
TOLENV	•	•	•	•	•	•
TOOLGNT	•	•	•	•	•	•
TOOLGT	•	•	•	•	•	•
TOROT	•	•	•	•	•	•
TOROTOF	•	•	•	•	•	•
TOROTX	•	•	•	•	•	•
TOROTY	•	•	•	•	•	•
TOROTZ	•	•	•	•	•	•
TOUPPER	•	•	•	•	•	•
TOWBCS	•	•	•	•	•	•
TOWKCS	•	•	•	•	•	•
TOWMCS	•	•	•	•	•	•
TOWSTD	•	•	•	•	•	•
TOWTCS	•	•	•	•	•	•
TOWWCS	•	•	•	•	•	•
TR	•	•	•	•	•	•
TRAANG	○	○	○	-	-	-

Оператор	SINUMERIK 828D					
	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24x(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26x(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28x(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
● стандарт ○ опция - недоступно						
TRACON	○	○	○	-	-	-
TRACYL	○	○	○	○	○	○
TRAFOOF	●	●	●	●	●	●
TRAFOON	-	-	-	-	-	-
TRAILOF	●	●	●	●	●	●
TRAILON	●	●	●	●	●	●
TRANS	●	●	●	●	●	●
Transmit	○	○	○	○	○	○
TRAORI	-	-	-	-	-	-
TRUE	●	●	●	●	●	●
TRUNC	●	●	●	●	●	●
Tu	●	●	●	●	●	●
TURN	●	●	●	●	●	●
ULI	●	●	●	●	●	●
UNLOCK	●	●	●	●	●	●
UNTIL	●	●	●	●	●	●
UPATH	●	●	●	●	●	●
Var	●	●	●	●	●	●
VELOLIM	●	●	●	●	●	●
VELOLIMA	●	●	●	●	●	●
WAITC	●	●	●	●	●	●
WAITE	-	-	●	-	-	●
WAITENC	●	●	●	●	●	●
WAITM	-	-	●	-	-	●
WAITMC	-	-	●	-	-	●
WAITP	●	●	●	●	●	●
WAITS	●	●	●	●	●	●
WALCS0	●	●	●	●	●	●
WALCS1	●	●	●	●	●	●
WALCS2	●	●	●	●	●	●
WALCS3	●	●	●	●	●	●
WALCS4	●	●	●	●	●	●
WALCS5	●	●	●	●	●	●
WALCS6	●	●	●	●	●	●
WALCS7	●	●	●	●	●	●
WALCS8	●	●	●	●	●	●
WALCS9	●	●	●	●	●	●
WALCS10	●	●	●	●	●	●

17.2 Операторы: Доступность для SINUMERIK 828D

Оператор	SINUMERIK 828D					
• стандарт ○ опция - недоступно	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)	SW24х(5) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse42)	SW26х(3) CNC-SW G-Tech Экспорт (gse62)	SW28х(1) CNC-SW G-Tech Расшир. Эк- спорт (gse82)
WALIMOF	•	•	•	•	•	•
WALIMON	•	•	•	•	•	•
WHEN	•	•	•	•	•	•
WHENEVER	•	•	•	•	•	•
WHILE	•	•	•	•	•	•
WORKPIECE	•	•	•	•	•	•
write	•	•	•	•	•	•
WRTPR	•	•	•	•	•	•
X	•	•	•	•	•	•
XOR	•	•	•	•	•	•
Y	•	•	•	•	•	•
Z	•	•	•	•	•	•

17.3 Адреса

17.3.1 Буквы адреса

Буква	Объяснение	Цифровое расширение
A	Настраиваемый идентификатор адреса	x
B	Настраиваемый идентификатор адреса	x
C	Настраиваемый идентификатор адреса	x
D	Включение/выключение коррекции длин инструмента, резца инструмента	
E	Настраиваемый идентификатор адреса	x
F	Подача Время ожидания в секундах	x
g	G-команда	
H	Функция H	x
I	Настраиваемый идентификатор адреса	x
J	Настраиваемый идентификатор адреса	x
K	Настраиваемый идентификатор адреса	x
L	Подпрограммы, -вызов	
M	Функция M	x
N	Номер вспомогательного кадра	
O	свободно	
P	Число прогонов программы	
Q	Настраиваемый идентификатор адреса	x
R	Идентификатор переменной (R-параметр) Настраиваемый идентификатор адреса (без числового расширения)	x
S	Значение шпинделя Время ожидания в оборотах шпинделя	x x
T	Номер инструмента	x
U	Настраиваемый идентификатор адреса	x
V	Настраиваемый идентификатор адреса	x
W	Настраиваемый идентификатор адреса	x
X	Настраиваемый идентификатор адреса	x
Y	Настраиваемый идентификатор адреса	x
Z	Настраиваемый идентификатор адреса	x
%	Символ начала и разделения при передаче файлов	
:	Номер главного кадра	
/	Символ пропуска кадра	

17.3.2 Постоянные адреса

Фиксированные адреса без осевого расширения

Идентификатор адреса	Тип адреса	модально/ покадрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Тип данных присвоенного значения
I	Номер под- программы	п									без знака INT
P	Число про- гонов под- программы	п									без знака INT
N	Номер кад- ра	п									без знака INT
g	G-команда	см. список Gфунк- ций									без знака INT
F	Подача, время ожи- дания	м, п	x							x	без знака REAL
OVR	Проценто- вка	м									без знака REAL
OVRRAP	Проценто- вка для ско- рости уско- ренного хо- да	м									без знака REAL
S	Шпиндель, время ожи- дания	м, п								x	без знака REAL
SPOS	Позиция шпинделя	м				x	x	x			REAL
SCC	Согласова- ние попе- речной оси с G96 /G961/G962	м									REAL
SPOSA	Позиция шпинделя за границы кадра	м				x	x	x			REAL
T	Номер ин- струмента	м								x	без знака INT

Идентификатор адреса	Тип адреса	модально/ покадрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Тип данных присвоенного значения
D	Номер коррекции	м								x	без знака INT
M, H	Вспомогательные функции	п								x	M: без знака INT H: REAL

Фиксированные адреса с осевым расширением

Идентификатор адреса	Тип адреса	модально/ покадрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Тип данных присвоенного значения
AX	переменный идентификатор оси	¹⁾	x	x	x	x	x	x			REAL
IP	переменный параметр интерполяции	п	x	x	x	x	x				REAL
Pos	Позиционирующая ось	м	x	x	x	x	x	x	x		REAL
POSA	Позиционирующая ось за границы кадра	м	x	x	x	x	x	x	x		REAL
POSP	Посегментное позиционирование (качение)	м	x	x	x	x	x	x			REAL: конечная позиция Real: длина фрагмента INT: опция
MOV	Запустить позиционирующую ось	м	x	x	x	x	x	x	x		REAL
po	Коэффициент полинома	п	x	x		x	x	x			без знака REAL
FA	Осевая подача	м	x							x	без знака REAL

Идентифи- катор адре- са	Тип адреса	мо- даль- но/ пока- дрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Тип данных присвоенного значения
FL	Осевая предельная подача	м	х								без знака REAL
OVRA	Осевая процентовка	м	х								без знака REAL
ACC	Осевое ускорение	м									без знака REAL
VELOLIM	Осевое ограничение скорости	м									без знака REAL
JERKLIM	Осевое ограничение рывка	м									без знака REAL
ACCLIMA	Осевое ограничение ускорения ведомой оси	м									без знака REAL
VELOLIMA	Осевое ограничение скорости ведомой оси	м									без знака REAL
JERKLIMA	Осевое ограничение рывка ведомой оси	м									без знака REAL
FMA	Осевая синхронная подача	м									без знака REAL
STA	Осевое время выхаживания	м									без знака REAL
SRA	Путь отвода при внешнем осевом входе	м									без знака REAL
OS	Вкл/выкл качания	м									без знака INT
OST1	Время удержания в левой точке возврата (качание)	м									REAL

Идентификатор адреса	Тип адреса	модально/ покадрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Тип данных присвоенного значения
OST2	Время удержания в правой точке возврата (качание)	м									REAL
OSP1	левая точка возврата (качание)	м	x	x	x	x	x	x			REAL
OSP2	правая точка возврата (качание)	м	x	x	x	x	x	x			REAL
OSB	Стартовая точка качания	м	x	x	x	x	x	x			REAL
OSE	Конечная точка качания	м	x	x	x	x	x	x			REAL
OSNSC	Число выхаживаний качания	м									без знака INT
OSCTRL	Опции качания	м									без знака INT: опции установки, без знака INT: опции сброса
OSCILL	Согласование оси для качания, включить качание	м									Axis: 1 - 3 оси подачи
FDA	Осевая подача для наложения маховичка	п	x								без знака REAL
FGREF	Исходный радиус	м	x	x							без знака REAL
POLF	Позиция LIFTFAST	м	x	x							без знака REAL
FXS	Наезд на жесткий упор вкл	м									без знака INT
FXST	Граница момента для наезда на жесткий упор	м									REAL

Идентифи- катор адре- са	Тип адреса	мо- даль- но/ пока- дрово	G70/ G71	G700/ G710	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	Qu	Тип данных присвоенного значения
FXSW	Окно контро- ля для на- езда на жесткий упор	м									REAL
FOC	Движение с ограничен- ным момен- том пока- дровое	п									REAL
FOCON	Движение с ограничен- ным момен- том ВКЛ мо- дально	м									REAL
FOCOF	Движение с ограничен- ным момен- том ВЫКЛ модально	м									REAL
MEASA	Осевое из- мерение со стиранием остатка пу- ти	п									INT режим и 1 - 4 пусковые события
MEAWA	Осевое из- мерение без стира- ния остатка пути	п									INT режим и 1 - 4 пусковые события
MEAC	Цикличе- ское изме- рение	п									INT режим и 1 - 4 пусковые события

¹⁾ Абсолютные конечные точки: Модальные, инкрементальные конечные точки: покадрово, в иных случаях модально/покадрово в зависимости от определяющей синтаксис G-команды

17.3.3 Устанавливаемые адреса

Идентифика- тор адреса (стандартная настройка)	Тип адреса	мо- даль- но/ пока- дрово	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Макс. число	Тип данных присвоенного значения
Осевые значения и конечные точки											
X, Y, Z, A, B, C	Ось	¹⁾	x	x	x	x				8	REAL
AP	Полярный угол	м/п ¹⁾	x	x	x					1	REAL
RP	Полярный ра- диус	м/п ¹⁾	x	x	x					1	без знака REAL
Ориентация инструмента											
A2, B2, C2	Угол Эйлера или угол RPY	п								3	REAL
A3, B3, C3	Компоненты вектора направ- ления	п								3	REAL
A4, B4, C4	Компоненты вектора норма- ли к плоскости в начале кадра	п								3	REAL
A5, B5, C5	Компоненты вектора норма- ли к плоскости на конце кадра	п								3	REAL
A6, B6, C6	Компоненты вектора направ- ления для оси вращения кону- са	п								3	REAL
A7, B7, C7	Компоненты вектора для промежуточной ориентации на боковой по- верхности кону- са	п								3	REAL
LEAD	Угол предваре- ния	м								1	REAL
THETA	Угол поворота Вращение во- круг направле- ния инструмен- та	м		x	x					1	REAL
TILT	Боковой угол	м								1	REAL

Идентификатор адреса (стандартная настройка)	Тип адреса	модально/ показово	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Макс. число	Тип данных присвоенного значения
ORIS	Изменение ориентации инструмента (относительно траектории)	м								1	REAL
Параметры интерполяции											
I, J, K	Параметры интерполяции Координата промежуточной точки	п		x ²⁾	x ²⁾					3	REAL
I1, J1, K1		п	x	x	x					3	REAL
RPL	Вращение в плоскости	п								1	REAL
CR	Радиус окружности	п								1	без знака REAL
AR	Апертурный угол	п								1	без знака REAL
TURN	Число витков для спиральной линии	п								1	без знака INT
PL	Длина интервала параметра	п								1	без знака REAL
PW	Вес точки	п								1	без знака REAL
SD	Порядок сплайна	м								1	без знака INT
TU	Осевой угол	п								1	без знака INT
STAT	Положение шарниров	м								1	без знака INT
SF	Смещение стартовой точки для резьбо-нарезания	м								1	REAL
DISCL	Безопасное расстояние SAR	п								1	без знака REAL
DISR	Repos-расстояние / SAR-расстояние	п								1	без знака REAL
DISPR	Рассогласование траектории Repos	п								1	без знака REAL

Идентификатор адреса (стандартная настройка)	Тип адреса	модально/ покадрово	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Макс. число	Тип данных присвоенного значения
ALF	Угол быстрого отвода	м								1	без знака INT
DILF	Длина быстрого отвода	м								1	REAL
FP	Фиксированная точка: номер фикс. точки, к которой осуществляется подвод	п								1	без знака INT
RNDM	Модальное закругление	м								1	без знака REAL
RND	Покадровое закругление	п								1	без знака REAL
CHF	Покадровая фаска	п								1	без знака REAL
CHR	Фаска а первоначальном направлении движения	п								1	без знака REAL
ANG	Угол линии контура	п								1	REAL
ISD	Глубина врезания	м								1	REAL
DISC	Превышение переходной окружности коррекция радиуса инструмента	м								1	без знака REAL
OFFN	Смещение нормального контура	м								1	REAL
DITS	Входной участок резьбы	м								1	REAL
DITE	Выходной участок резьбы	м								1	REAL
Критерии перешлифовки											
ADIS	Интервал перешлифовки	м								1	без знака REAL
ADISPOS	Интервал перешлифовки для ускоренного хода	м								1	без знака REAL
Измерение											

Идентификатор адреса (стандартная настройка)	Тип адреса	модально/ покадрово	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Макс. число	Тип данных присвоенного значения
MEAS	Измерение с контактным щупом	п								1	без знака INT
MEAW	Измерение контактным щупом без стирания остатка пути	п								1	без знака INT
Поведение оси, шпинделя											
LIMS	Ограничение скорости шпинделя	м								1	без знака REAL
COARSEA	Параметры смены кадра: точный останов грубый осевой	м									
FINEA	Параметры смены кадра: точный останов точный осевой	м									
IPOENDA	Параметры смены кадра: Стоп интерполятора осевой	м									
DIACYCOFA	Поперечная ось: осевое программирование диаметра ВЫКЛ в циклах	м									
DIAM90A	Поперечная ось: осевое программирование диаметра при G90	м									
DIAMCHAN	Поперечная ось: прием всех поперечных осей в состояние канала программирования диаметра	м									

Идентификатор адреса (стандартная настройка)	Тип адреса	модально-покадрово	G90/G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Макс. число	Тип данных присвоенного значения
DIAMCHANA	Поперечная ось: применение состояния канала программирования диаметра	м									
DIAMOFA	Поперечная ось: осевое программирование диаметра ВЫКЛ	м									
DIAMONA	Поперечная ось: осевое программирование диаметра ВКЛ	м									
GP	Позиция: косвенное программирование атрибутов позиции	м									
Подачи											
FAD	Скорость медленного движения подачи	п						x		1	без знака REAL
FD	Подача по траектории для наложения маховичка	п								1	без знака REAL
FRC	Подача для радиуса и фаски	п								1	без знака REAL
FRCM	Модальная подача для радиуса и фаски	м								1	без знака REAL
FB	Покадровая подача	п								1	без знака REAL
Вырубка/штамповка											
SPN	Кол-во участков пути на кадр	п								1	INT
SPP	Длина участка пути	м								1	REAL
Шлифование											
ST	Время выхаживания	п								1	без знака REAL

Идентификатор адреса (стандартная настройка)	Тип адреса	модально/ покадрово	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Макс. число	Тип данных присвоенного значения
SR	Путь обратного хода	п								1	без знака REAL
Выбор инструмента											
TCARR	Инструментальный суппорт	м								1	INT
Управление инструментом											
DL	Суммарная коррекция инструмента	м								1	INT
Адреса OEM											
OMA1	Адрес OEM 1	м		x	x	x				1	REAL
OMA2	Адрес OEM 2	м		x	x	x				1	REAL
OMA3	Адрес OEM 3	м		x	x	x				1	REAL
OMA4	Адрес OEM 4	м		x	x	x				1	REAL
OMA5	Адрес OEM 5	м		x	x	x				1	REAL
Прочее											
CUTMOD	Изменение данных коррекции для вращающихся инструментов (в сочетании с ориентируемыми инструментальными суппортами)	м									INT
CUTMODK	Изменение данных коррекции для вращающихся инструментов (в сочетании с трансформациями ориентации, определяемыми посредством кинематических цепей)	м									STRING
TOFF	Смещение длин инструмента параллельно указанной гео-оси	м									REAL

Идентификатор адреса (стандартная настройка)	Тип адреса	модально/ покадрово	G90/ G91	IC	AC	DC, ACN, ACP	CIC, CAC, CDC, CACN, CACP	PR, PM	QU	Макс. число	Тип данных присвоенного значения
TOFFL	Смещение длин инструмента в направлении компонента длин инструмента L1, L2 или L3	м									REAL
TOFFR	Смещение радиуса инструмента	м									REAL

- ¹⁾ Абсолютные конечные точки: Модальные, инкрементальные конечные точки: покадрово, в иных случаях модально/покадрово в зависимости от определяющей синтаксис G-команды
- ²⁾ В качестве центров окружности параметры IPO действуют инкрементально. С AC они могут быть запрограммированы абсолютно. При других значениях (например, шаг резьбы) изменение адреса игнорируется.

17.4 G-команды

G-команды разделены на G-группы. В программах обработки деталей и синхронных действиях в одном кадре можно записать только одну G-команду одной G-группы. G-команда может действовать модально или покадрово.

Модально: до программирования другой G-команды той же G-группы.

G-группы

- G-группа 1 ... 15 (Страница 537)
- G-группа 16 ... 30 (Страница 537)
- G-группа 31 ... 45 (Страница 537)
- G-группа 46 ... 62 (Страница 537)
- G-группы: Легенда таблицы (Страница 537)

G-группа 1: Действующие модально команды движения						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G0	1	Движение ускоренного хода	+	M		
G1	2	Линейная интерполяция	+	M	X	
G2	3	Круговая интерполяция по часовой стрелке	+	M		
G3	4	Круговая интерполяция против часовой стрелки	+	M		
CIP	5	Круговая интерполяция через промежуточную точку	+	M		
ASPLINE	6	Акима-сплайн	+	M		
BSPLINE	7	B-сплайн	+	M		
CSPLINE	8	Кубический сплайн	+	M		
POLY	9	Полиномиальная интерполяция	+	M		
G33	10	Резьбонарезание с постоянным шагом	+	M		
G331	11	Нарезание внутренней резьбы	+	M		
G332	12	Отвод (нарезание внутренней резьбы)	+	M		
OEMIPO1	13	Зарезервировано	+	M		
OEMIPO2	14	Зарезервировано	+	M		
CT	15	Окружность с тангенциальным переходом	+	M		
G34	16	Резьбонарезание с линейной увеличивающимся шагом	+	M		
G35	17	Резьбонарезание с линейной уменьшающимся шагом	+	M		
INVCW	18	Эвольвентная интерполяция по часовой стрелке	+	M		
INVCCW	19	Эвольвентная интерполяция против часовой стрелки	+	M		
G335	20	Поворот сферической резьбы по часовой стрелке	+	M		
G336	21	Поворот сферической резьбы против часовой стрелки	+	M		

G-группа 2: Действующие не модально движения, время ожидания						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G4	1	Время ожидания, заранее определено по времени	-	п		
G63	2	Нарезание внутренней резьбы без синхронизации	-	п		
G74	3	Реферирование с синхронизацией	-	п		
G75	4	Подвод к фиксированной точке	-	п		
REPOSL	5	Повторный подвод к контуру линейный	-	п		
REPOSQ	6	Повторный подвод к контуру по четверти круга	-	п		
REPOSH	7	Повторный подвод к контуру по полукругу	-	п		
REPOSA	8	Повторный подвод к контуру линейный всеми осями	-	п		
REPOSQA	9	Повторный подвод к контуру всеми осями, геометрические оси по четверти круга	-	п		
REPOSHA	10	Повторный подвод к контуру всеми осями, геометрические оси по полукругу	-	п		
G147	11	Подвод к контуру по прямой	-	п		
G247	12	Подвод к контуру по четверти круга	-	п		
G347	13	Подвод к контуру по полукругу	-	п		
G148	14	Выход из контура по прямой	-	п		
G248	15	Выход из контура по четверти круга	-	п		
G348	16	Выход из контура по полукругу	-	п		
G5	17	Шлифование с врезанием с угловой подачей	-	п		
G7	18	Компенсационное движение при шлифовании с врезанием с угловой подачей	-	п		

G-группа 3: Программируемый фрейм, ограничение рабочего поля и программирование полюса						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
TRANS	1	TRANSLATION: программируемое смещение	-	п		
ROT	2	ROTATION: программируемое вращение	-	п		
SCALE	3	Scale: программируемое масштабирование	-	п		
MIRROR	4	Mirror: программируемое отражение	-	п		
ATRANS	5	Аддитивная TRANSLATION: аддитивное программируемое смещение	-	п		
AROT	6	Аддитивная ROTATION: Программируемое вращение	-	п		
ASCALE	7	Аддитивная SCALE: программируемое масштабирование	-	п		
AMIRROR	8	Аддитивная MIRROR: Программируемое отражение	-	п		
-	9	свободно	-	-		
G25	10	Минимальное ограничение рабочего поля/ограничение частоты вращения шпинделя	-	п		

G-группа 3: Программируемый фрейм, ограничение рабочего поля и программирование полюса						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G26	11	Максимальное ограничение рабочего поля/ограничение частоты вращения шпинделя	-	п		
G110	12	Программирование полюса относительно последней запрограммированной заданной позиции	-	п		
G111	13	Программирование полюса относительно нулевой точки текущей системы координат детали	-	п		
G112	14	Программирование полюса относительно последнего действующего полюса	-	п		
G58	15	840D sl: Абсолютное программируемое смещение нулевой точки 828D: 5. Настраиваемое смещение нулевой точки	-	п м		
G59	16	840D sl: Аддитивное программируемое смещение нулевой точки 828D: 6. Настраиваемое смещение нулевой точки	-	п м		
ROTS	17	Вращение с пространственным углом	-	п		
AROTS	18	Аддитивное вращение с пространственным углом	-	п		

G-группа 4: FIFO						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
STARTFIFO	1	Старт FIFO Выполнение с параллельным заполнением буфера предварительной обработки	+	м	x	
STOPFIFO	2	Стоп FIFO, Остановка обработки; заполнение памяти предварительной обработки до распознавания STARTFIFO, заполнения памяти предварительной обработки или конца программы	+	м		
FIFOCTRL	3	Включение автоматического управления буфером предварительной обработки	+	м		

G-группа 6: Выбор плоскости						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G17	1	Выбор плоскости 1-й – 2-й гео-оси	+	м	x	
G18	2	Выбор плоскости 3-й – 1-й гео-оси	+	м		
G19	3	Выбор плоскости 2-й – 3-й гео-оси	+	м		

G-группа 7: коррекция радиуса инструмента						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G40	1	Нет коррекции радиуса инструмента	+	M	X	
G41	2	Коррекция радиуса инструмента слева от контура	-	M		
G42	3	Коррекция радиуса инструмента справа от контура	-	M		

G-группа 8: Настраиваемое смещение нулевой точки						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G500	1	Отключение настраиваемого смещения нулевой точки (G54 ... G57, G505 ... G599)	+	M	X	
G54	2	1-е настраиваемое смещение нулевой точки	+	M		
G55	3	2-е настраиваемое смещение нулевой точки	+	M		
G56	4	3-е настраиваемое смещение нулевой точки	+	M		
G57	5	4-е настраиваемое смещение нулевой точки	+	M		
G505	6	5-е настраиваемое смещение нулевой точки	+	M		
...	...	...	+	M		
G599	100	99-е настраиваемое смещение нулевой точки	+	M		

С помощью G-команд этой G-группы активируется соответствующий настраиваемый фрейм пользователя \$P_UIFR[].

G54 соответствует фрейм \$P_UIFR[1], G505 соответствует фрейм \$P_UIFR[5].

Число настраиваемых фреймов пользователя и тем самым число G-команд этой G-группы может настраиваться через MD28080 \$MC_MM_NUM_USER_FRAMES.

G-группа 9: Блокировка фрейма						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G53	1	Блокировка текущих фреймов: программируемый фрейм включая системный фрейм для TOROT и TOFRAME и активный настраиваемый фрейм (G54 ... G57, G505 ... G599)	-	п		
SUPA	2	как G153 включая блокировку системных фреймов для установки фактического значения, касания, внешнего смещения нулевой точки, PAROT включая смещения маховичком (DRF), [внешнее смещение нулевой точки], наложенное движение	-	п		
G153	3	как G53 включая подавление всех спец. для канала и/или глобальных базовых фреймов NCU	-	п		

G-группа 10: Точный останов – режим управления траекторией						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G60	1	Точный останов	+	M	X	
G64	2	Режим управления траекторией	+	M		
G641	3	Режим управления траекторией с перешлифовкой по критерию пути (= программируемый интервал перешлифовки)	+	M		
G642	4	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков	+	M		
G643	5	Режим управления траекторией с перешлифовкой с соблюдением определенных допусков (внутри кадра)	+	M		
G644	6	Режим управления траекторией с перешлифовкой с макс. возможной динамикой	+	M		
G645	7	Режим управления траекторией с перешлифовкой углов с тангенциальными переходами кадров с соблюдением определенных допусков	+	M		

G-группа 11: Не модальный точный останов						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G9	1	Точный останов	-	п		

G-группа 12: Критерии смены кадра для точного останова (G60/G9)						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G601	1	Смена кадра при точном останове точном	+	M	X	
G602	2	Смена кадра при точном останове грубом	+	M		
G603	3	Смена кадра при конце кадра IPO	+	M		

G-группа 13: Дюймовая/метрическая постанова размеров детали						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G70	1	Дюймовая система ввода (длины)	+	M		
G71	2	Метрическая система ввода мм (длины)	+	M	X	
G700	3	Дюймовая система ввода дюймы, дюймов/мин (длины + скорость + системные переменные)	+	M		
G710	4	Метрическая система ввода мм; мм/мин (длины + скорость + системные переменные)	+	M		

G-группа 14: Абсолютная/инкрементальная постановка размеров детали						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G90	1	Указание абсолютного размера	+	M	x	
G91	2	Указание составного размера	+	M		

G-группа 15: Тип подачи						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G93	1	Обратная по времени подача 1/мин	+	M		
G94	2	Линейная подача в мм/мин, дюймов/мин	+	M	x	
G95	3	Окружная подача в мм/об, дюймов/об	+	M		
G96	4	Окружная подача (как у G95) и постоянная скорость резания	+	M		
G97	5	Окружная подача и постоянная скорость шпинделя (постоянная скорость резания ВЫКЛ.)	+	M		
G931	6	Задача подачи через время перемещения, отключить постоянную скорость движения по траектории	+	M		
G961	7	Линейная подача (как у G94) и постоянная скорость резания	+	M		
G971	8	Линейная подача и постоянная скорость шпинделя (постоянная скорость резания ВЫКЛ)	+	M		
G942	9	Линейная подача и постоянная скорость резания или постоянная скорость шпинделя	+	M		
G952	10	Окружная подача и постоянная скорость резания или постоянная скорость шпинделя	+	M		
G962	11	Линейная подача или окружная подача и постоянная скорость резания	+	M		
G972	12	Линейная подача или окружная подача и постоянная скорость шпинделя (постоянная скорость резания ВЫКЛ)	+	M		
G973	13	Окружная подача без ограничения скорости шпинделя и постоянная скорость шпинделя (G97 без LIMS для режима ISO)	+	M		

G-группа 16: Процентовка подачи на внутреннем и наружном изгибе						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
CFC	1	Постоянная подача на контуре действует на внутреннем и наружном изгибе	+	M	x	
CFTCP	2	Постоянная подача в исходной точке резца инструмента (траектория центра)	+	M		
CFIN	3	Постоянная подача на внутреннем изгибе, ускорение на наружном изгибе	+	M		

G-группа 17: Режим подвода/отвода, коррекция на инструмент						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
NORM	1	Положение нормали в начальной/конечной точке	+	M	X	
KONT	2	Обход контура в начальной/конечной точке	+	M		
KONTT	3	Подвод/отвод с постоянным касанием	+	M		
KONTC	4	Подвод/отвод с постоянным изгибом	+	M		

G-группа 18: Поведение на углах, коррекция на инструмент						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G450	1	Переходная окружность (инструмент обходит углы детали по круговой траектории)	+	M	X	
G451	2	Точка пересечения эквидистант (свободное резание инструмента в углу детали)	+	M		

G-группа 19: Криволинейный переход для начала сплайна						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
BNAT	1	Натуральный криволинейный переход к первому сплайн-кадру	+	M	X	
BTAN	2	Тангенциальный криволинейный переход к первому сплайн-кадру	+	M		
BAUTO	3	Определение первого сегмента сплайна через следующие 3 точки	+	M		

G-группа 20: Криволинейный переход для конца сплайна						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ENAT	1	Натуральный криволинейный переход к следующему кадру перемещения	+	M	X	
ETAN	2	Тангенциальный криволинейный переход к следующему кадру перемещения	+	M		
EAUTO	3	Определение последнего сегмента сплайна через последние 3 точки	+	M		

G-группа 21: Профиль ускорения						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
BRISK	1	Скачкообразное ускорение по траектории	+	M	x	
SOFT	2	Ускорение по траектории с ограничением рывка	+	M		
DRIVE	3	Зависимое от скорости ускорение по траектории	+	M		

G-группа 22: Тип коррекции на инструмент						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
CUT2D	1	2½D-КРИ	+	M	x	
CUT2DF	2	2½D-КРИ относительно текущего фрейма (наклонная плоскость)	+	M		
CUT3DC	3	3D-КРИ для периферийного фрезерования	+	M		
CUT3DF	4	3D-КРИ для торцового фрезерования с изменением ориентации	+	M		
CUT3DFS	5	3D-КРИ для торцового фрезерования с постоянной ориентацией. Ориентация инструмента установлена через G17 – G19 и не подвергается воздействию фреймов.	+	M		
CUT3DFF	6	3D-КРИ для торцового фрезерования с постоянной ориентацией. Ориентация инструмента – это направление, установленное через G17 – G19 и, при необходимости, повернутое фреймом.	+	M		
CUT3DCC	7	3D-КРИ для периферийного фрезерования с учетом ограничивающей поверхности с 3D-коррекцией радиуса: контур на поверхности обработки	+	M		
CUT3DCCD	8	3D-КРИ для периферийного фрезерования с учетом ограничивающей поверхности с дифференциальным инструментом на траектории центра инструмента: подача к ограничивающей поверхности	+	M		
CUT2DD	9	2½D-КРИ относительно дифференциального инструмента	+	M		
CUT2DFD	10	2½D-КРИ относительно дифференциального инструмента и относительно текущего фрейма (наклонная плоскость)	+	M		
CUT3DCD	11	3D-КРИ относительно дифференциального инструмента для периферийного фрезерования	+	M		
CUT3DFD	12	3D-КРИ относительно дифференциального инструмента для торцового фрезерования с изменением ориентации	+	M		

G-группа 23: Контроль столкновений на внутренних контурах						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
CDOF	1	Контроль столкновения ВыхЛ	+	M	X	
CDON	2	Контроль столкновения ВЛ	+	M		
CDOF2	3	Контроль столкновения ВыхЛ при периферийном фрезеровании 3D	+	M		

G-группа 24: Предупреждение						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
FFWOF	1	Предупреждение ВыхЛ	+	M	X	
FFWON	2	Предупреждение ВЛ	+	M		

G-группа 25: Референция ориентации инструмента						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
ORIWKS	1	ориентация инструмента в системе координат детали (WCS)	+	M	X	
ORIMKS	2	ориентация инструмента в системе координат станка (MCS)	+	M		

G-группа 26: Режим повторного подвода для REPOS (действует модально)						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
RMB	1	повторный подвод к начальной точке кадра	-	M		
RMI	2	повторный подвод к точке прерывания	-	M	X	
RME	3	повторный подвод к конечной точке кадра	-	M		
RMN	4	повторный подвод к следующей точке траектории	-	M		

G-группа 27: Коррекция на инструмент при изменении ориентации на наружных углах						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
ORIC	1	изменения ориентации на наружных углах накладываются на вставляемый круговой кадр	+	M	X	
ORID	2.	изменения ориентации выполняются перед круговым кадром	+	M		

G-группа 28: Ограничение рабочего поля						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
WALIMON	1	Ограничение рабочего поля ВКЛ	+	М	х	
WALIMOF	2	Ограничение рабочего поля ВЫКЛ	+	М		

G-группа 29: Программирование радиуса/диаметра						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
DIAMOF	1	Действующее модально, спец. для канала программирование диаметра ВЫКЛ При выключении начинает действовать спец. для канала программирование радиуса.	+	М	х	
DIAMON	2	Действующее модально, независимое спец. для канала программирование диаметра ВКЛ Действие не зависит от запрограммированного режима указания размера (G90/G91).	+	М		
DIAM90	3	Действующее модально, зависимое спец. для канала программирование диаметра ВКЛ Действие зависит от запрограммированного режима указания размера (G90/G91).	+	М		
DIAMCYCOF	4	Действующее модально, спец. для канала программирование диаметра при обработке цикла ВЫКЛ	+	М		

G-группа 30: Сжатие кадров УП						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
COMPOF	1	Компрессор кадров ЧПУ ВЫКЛ	+	М	х	
COMPON	2	Функция компрессора COMPON ВКЛ	+	М		
COMPCURV	3	Функция компрессора COMPCURV ВКЛ	+	М		
COMPCAD	4	Функция компрессора COMPCAD ВКЛ	+	М		
COMPSURF	5	Функция компрессора COMPSURF ВКЛ	+	М		

G-группа 31: OEM-G-команды						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G810	1	OEM-G-команда	-	М		
G811	2	OEM-G-команда	-	М		
G812	3	OEM-G-команда	-	М		
G813	4	OEM-G-команда	-	М		
G814	5	OEM-G-команда	-	М		
G815	6	OEM-G-команда	-	М		
G816	7	OEM-G-команда	-	М		

G-группа 31: OEM-G-команды						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G817	8	OEM-G-команда	-	M		
G818	9	OEM-G-команда	-	M		
G819	10	OEM-G-команда	-	M		
Две группы G зарезервированы для пользователя OEM. Тем самым он открывает программирование установленных им функций.						

G-группа 32: OEM-G-команды						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G820	1	OEM - G-команда	-	M		
G821	2	OEM - G-команда	-	M		
G822	3	OEM - G-команда	-	M		
G823	4	OEM - G-команда	-	M		
G824	5	OEM - G-команда	-	M		
G825	6	OEM - G-команда	-	M		
G826	7	OEM - G-команда	-	M		
G827	8	OEM - G-команда	-	M		
G828	9	OEM - G-команда	-	M		
G829	10	OEM - G-команда	-	M		
Две группы G зарезервированы для пользователя OEM. Тем самым он открывает программирование установленных им функций.						

G-группа 33: Настраиваемая точная коррекция на инструмент						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
FTOCOF	1	действующая online точная коррекция инструмента ВЫКЛ	+	M	x	
FTOCON	2	действующая online точная коррекция инструмента ВКЛ	-	M		

G-группа 34: Сглаживание ориентации инструмента						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
OSOF	1	Сглаживание ориентации инструмента ВЫКЛ	+	M	x	
OSC	2	Постоянное сглаживание ориентации инструмента	+	M		
OSS	3	Сглаживание ориентации инструмента на конце кадра	+	M		
OSSE	4	Сглаживание ориентации инструмента на начале и конце кадра	+	M		

G-группа 34: Сглаживание ориентации инструмента						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
OSD	5	Перешлифовка внутри кадра с задачей длины хода	+	M		
OST	6	Перешлифовка внутри кадра с задачей углового допуска	+	M		

G-группа 35: Штамповка и вырубка						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
SPOF	1	Ход ВЫКЛ, штамповка и вырубка ВЫКЛ	+	M	x	
SON	2	Вырубка ВКЛ	+	M		
PON	3	Штамповка ВКЛ	+	M		
SONS	4	Вырубка ВКЛ в такте IPO	-	M		
PONS	5	Штамповка ВКЛ в такте IPO	-	M		

G-группа 36: Штамповка с задержкой						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
PDELAYON	1	Задержка при штамповке ВКЛ	+	M	x	
PDELAYOF	2	Задержка при штамповке ВЫКЛ	+	M		

G-группа 37: Профиль подачи						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
FNORM	1	обычная подача по DIN66025	+	M	x	
FLIN	2	подача изменяется линейно	+	M		
FCUB	3	подача изменяется по кубическому сплайну	+	M		

G-группа 38: Назначение быстрых входов/выходов для штамповки/вырубки						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
SPIF1	1	Быстрые входы/выходы ЧПУ для штамповки/вырубки Байт 1	+	M	x	
SPIF2	2	Быстрые входы/выходы ЧПУ для штамповки/вырубки Байт 2	+	M		

G-группа 39: Программируемая точность контура						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
CPRECOF	1	Программируемая точность контура ВЫКЛ	+	M	X	
CPRECON	2	Программируемая точность контура ВКЛ	+	M		

G-группа 40: Постоянная коррекция на радиус инструмента						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
CUTCONOF	1	Постоянная коррекция радиуса инструмента ВЫКЛ	+	M	X	
CUTCONON	2	Постоянная коррекция радиуса инструмента ВКЛ	+	M		

G-группа 41: Резьбонарезание с возможностью прерывания						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
LFOF	1	Прерываемое резьбонарезание ВЫКЛ	+	M	X	
LFON	2	Прерываемое резьбонарезание ВКЛ	+	M		

G-группа 42: Инструментальный суппорт						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
TCOABS	1	Определение компонентов длин инструмента из текущей ориентации инструмента	+	M	X	
TCOFR	2	Определить компоненты длин инструмента из ориентации активного фрейма	+	M		
TCOFRZ	3	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении Z	+	M		
TCOFRY	4	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении Y	+	M		
TCOFRX	5	Определение ориентации инструмента активного фрейма при выборе инструмента, инструмент показывает в направлении X		M		

G-группа 43: Направление подвода SAR						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G140	1	Направление подвода SAR установлено через G41/G42	+	M	X	
G141	2	Направление подвода SAR слева от контура	+	M		

G-группа 43: Направление подвода SAR						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G142	3	Направление подвода SAR справа от контура	+	M		
G143	4	Направление подвода SAR зависимое от касательных	+	M		

G-группа 44: Разделение пути SAR						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G340	1	Пространственный кадр подвода, т. е. подача на глубину и подвод в плоскости в одном кадре	+	M	X	
G341	2	Сначала подача в вертикальной оси (Z), потом подвод в плоскости	+	M		

G-группа 45: Соотношение траекторий осей FGROUP						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
SPATH	1	Соотношение траекторий для осей FGROUP это длина дуги	+	M	X	
UPATH	2	Соотношением траекторий для осей FGROUP является параметр кривой	+	M		

G-группа 46: Выбор плоскости для быстрого отвода						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
LFTXT	1	Плоскость определяется из касательной к траектории и актуальной ориентации инструмента	+	M	X	
LFWP	2	Плоскость определяется через актуальную рабочую плоскость (G17/G18/G19)	+	M		
LFPOS	3	Осевой отвод на позицию	+	M		

G-группа 47: Переключение режима для внешнего кода УП						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
G290	1	Активировать языковой режим SINUMERIK	+	M	X	
G291	2	Активировать языковой режим ISO	+	M		

G-группа 48: Режим подвода/отвода при коррекции на радиус инструмента						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
G460	1	Контроль столкновения для кадра подвода и отвода ВКЛ	+	M	X	
G461	2	Продолжение граничного кадра дугой окружности, если нет точки пересечения в кадре КРИ	+	M		
G462	3	Продолжение граничного кадра прямой, если нет точки пересечения в кадре КРИ	+	M		

G-группа 49: Позиционное движение						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
CP	1	Движение по траектории	+	M	X	
PTP	2	Позиционное движение (движение синхронной оси)	+	M		
PTPG0	3	Позиционное движение только для G0, в остальных случаях CP	+	M		
PTPWOC	4	Позиционное движение без компенсирующих движений, обусловленных изменением ориентации	+	M		

G-группа 50: Программирование ориентации						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORIEULER	1	Угол ориентации через эйлеров угол	+	M	X	
ORIRPY	2	Угол ориентации через угол RPY (последовательность вращения XYZ)	+	M		
ORIVIRT1	3	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации (определение 1)	+	M		
ORIVIRT2	4	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации (определение 2)	+	M		
ORIXPOS	5	Угол ориентации через виртуальные оси ориентации с позициями круговых осей	+	M		
ORIRPY2	6	Угол ориентации через угол RPY (последовательность вращения ZYX)	+	M		

G-группа 51: Тип интерполяции программирования ориентации						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORIVECT	1	Большая круговая интерполяция (идентично ORIPLANE)	+	M	X	
ORIXAXES	2	Линейная интерполяция осей станка или осей ориентации	+	M		
ORIPATH	3	Путь ориентации инструмента относительно траектории	+	M		

G-группа 51: Тип интерполяции программирования ориентации						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
ORIPLANE	4	Интерполяция в плоскости (идентична ORIVECT)	+	M		
ORICONCW	5	Интерполяция на боковой поверхности конуса по часовой стрелке	+	M		
ORICONCCW	6	Интерполяция на боковой поверхности конуса против часовой стрелки	+	M		
ORICONIO	7	Интерполяция на боковой поверхности конуса с указанием промежуточной ориентации	+	M		
ORICONTO	8	Интерполяция на боковой поверхности окружности с тангенциальным переходом	+	M		
ORICURVE	9	Интерполяция с дополнительной пространственной кривой для ориентации	+	M		
ORIPATHS	10	Ориентация инструмента относительно траектории, изгиб в характеристике ориентации сглаживается	+	M		

Таблица 17-1

G-группа 52: Вращения фрейма по отношению к детали						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
PAROTOF	1	Относящееся к детали вращение фрейма ВЫКЛ	+	M	X	
PAROT	2	Относящееся к детали вращение фрейма ВКЛ Система координат детали точно устанавливается на детали.	+	M		

G-группа 53: Вращения фрейма по отношению к инструменту						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
TOROTOF	1	Относящееся к инструменту вращение фрейма ВЫКЛ	+	M	X	
TOROT	2	Точно установить ось Z WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	M		
TOROTZ	3	как TOROT	+	M		
TOROTY	4	Точно установить ось Y WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	M		
TOROTX	5	Точно установить ось X WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	M		
TOFRAME	6	Точно установить ось Z WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	M		
TOFRAMEZ	7	как TOFRAME	+	M		

G-группа 53: Вращения фрейма по отношению к инструменту						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
TOFRAMEY	8	Точно установить ось Y WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	M		
TOFRAMEX	9	Точно установить ось X WCS через вращение фрейма параллельно ориентации инструмента	+	M		

G-группа 54: Вращение вектора при программировании полинома						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
ORIROTA	1	Абсолютный поворот вектора	+	M	X	
ORIROTR	2	Относительный поворот вектора	+	M		
ORIROTT	3	Тангенциальный поворот вектора	+	M		
ORIROTC	4	Тангенциальный вектор вращения к касательной к траектории	+	M		

G-группа 55: Движение ускоренного хода с/без линейной интерполяции						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
RTLION	1	Движение ускоренного хода с линейной интерполяцией ВКЛ	+	M	X	
RTLIOF	2	Движение ускоренного хода с линейной интерполяцией ВЫКЛ Движение ускоренного хода выполняется с интерполяцией отдельной оси.	+	M		

G-группа 56: Учет износа инструмента						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
TOWSTD	1	Значение по умолчанию для коррекции по длине инструмента	+	M	X	
TOWMCS	2	Значения износа в системе координат станка (MCS)	+	M		
TOWWCS	3	Значения износа в системе координат детали (WCS)	+	M		
TOWBCS	4	Значения износа в базовой кинематической системе (BKS)	+	M		
TOWTCS	5	Значения износа в системе координат инструмента (исходная точка инструментального суппорта T на зажиме инструмента)	+	M		
TOWKCS	6	Значения износа в системе координат инструментальной головки при кинематической трансформации (отличается от MCS вращением инструмента)	+	M		

G-группа 57: Замедление на углах						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
FENDNORM	1	Замедление на углах ВЫКЛ	+	М	х	
G62	2	Замедление на внутренних углах при активной коррекции радиуса инструмента (G41/ G42)	+	М		
G621	3	Замедление на всех углах	+	М		

G-группа 59: Динамический режим для интерполяции траектории						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
DYNNORM	1	Обычная динамика как прежде	+	М	х	
DYNPOS	2	Режим позиционирования, нарезание внутренней резьбы	+	М		
DYNROUGH	3	Черновая обработка	+	М		
DYNSEMIFIN	4	Чистовая обработка	+	М		
DYNFINISH	5	Точная чистовая обработка	+	М		

G-группа 60: Ограничение рабочего поля						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
WALCS0	1	Ограничение рабочего поля WCS ВЫКЛ	+	М	х	
WALCS1	2	Группа ограничений рабочего поля WCS 1 активна	+	М		
WALCS2	3	Группа ограничений рабочего поля WCS 2 активна	+	М		
WALCS3	4	Группа ограничений рабочего поля WCS 3 активна	+	М		
WALCS4	5	Группа ограничений рабочего поля WCS 4 активна	+	М		
WALCS5	6	Группа ограничений рабочего поля WCS 5 активна	+	М		
WALCS6	7	Группа ограничений рабочего поля WCS 6 активна	+	М		
WALCS7	8	Группа ограничений рабочего поля WCS 7 активна	+	М		
WALCS8	9	Группа ограничений рабочего поля WCS 8 активна	+	М		
WALCS9	10	Группа ограничений рабочего поля WCS 9 активна	+	М		
WALCS10	11	Группа ограничений рабочего поля WCS 10 активна	+	М		

G-группа 61: Сглаживание ориентации инструмента						
G-команда	№ 1)	Объяснение	MD20150 2)	W 3)	STD 4)	
					SAG	MH
ORISOF	1	Сглаживание ориентации инструмента ВЫКЛ	+	М	х	
ORISON	2	Сглаживание ориентации инструмента ВКЛ	+	М		

G-группа 62: Режим повторного подвода для REPOS (действует не модально)						
G-команда	№ ¹⁾	Объяснение	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
RMBBL	1	Повторный подвод к начальной точке кадра	-	п		
RMIBL	2	Повторный подвод к точке прерывания	-	п	x	
RMEBL	3	Повторный подвод к конечной точке кадра	-	п		
RMNBL	4	Повторный подвод к следующей точке траектории	-	п		

G-группа 64: Цикловые фреймы						
G-команда	№ ¹⁾	Значение Активный фрейм шлифования в канале \$P_GFRAME =	MD20150 ²⁾	W ³⁾	STD ⁴⁾	
					SAG	MH
GFRAME[0]	1	Фрейм шлифования сохранения данных \$P_GFR[0] (нулевой фрейм)	+	M	x	
GFRAME[1]	2	Фрейм шлифования сохранения данных \$P_GFR[1]	+	M		
GFRAME[2]	3	Фрейм шлифования сохранения данных \$P_GFR[2]	+	M		
...	...		+	M		
GFRAME[10 0]	101	Фрейм шлифования сохранения данных \$P_GFR[100]	+	M		

Легенда

- 1) Внутренний номер (например, для интерфейса PLC)
 - 2) Возможность конфигурирования G-команды как положения сброса группы G при запуске, Reset или завершении программы обработки детали (с MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES):
 - + конфигурируемая
 - не конфигурируемая
 - 3) Активность G-команды:
 - м модально (с выходом за границы кадров)
 - п покадрово
 - 4) Положение сброса, см. следующие машинные данные:
 - MD20149 \$MC_GCODE_RESET_S_VALUES (положение сброса G-групп (fix))
 - MD20150 \$MC_GCODE_RESET_VALUES (положение сброса G-групп)
 - MD20151 \$MC_GCODE_RESET_S_MODE (сброс G-групп (fix))
 - MD20152 \$MC_GCODE_RESET_MODE (сброс G-групп)
 - MD20154 \$MC_EXTERN_GCODE_RESET_VALUES (положение сброса G-групп в режиме ISO)
 - MD20156 \$MC_EXTERN_GCODE_RESET_MODE (сброс внешних G-групп)
- SAG Стандартная настройка **Siemens AG**
- MH Стандартная настройка изготовителя станка (**Maschinenhersteller**) (см. указания изготовителя станка)

17.5 Предопределенные процедуры

Вызов предопределенной процедуры запускает выполнение предопределенной функции ЧПУ. Предопределенная процедура, в отличие от предопределенной функции, **не** выводит возвращаемого значения.

Система координат					
Идентификатор	Параметр				Объяснение
	1.	2.	3. - 15.	4. - 16.	
PRESETON	AXIS *): идентификатор оси ось станка	REAL: Preset-сместе- ние G700/G710 контекст	как 1 ...	как 2 ...	Установка фактического значения для запрограммированных осей с потерей состояния реферирования
PRESETONS	AXIS *): идентификатор оси ось станка	REAL: Preset-сместе- ние G700/G710 контекст	как 1 ...	как 2 ...	Установка фактического значения для запрограммированных осей без потери состояния реферирования
DRFOF					Удаление смещения DRF для всех согласованных с каналом осей

*) Вместо идентификаторов осей станка могут стоять идентификаторы геометрических или дополнительных осей, если возможно однозначное отображение.

Группы осей					
Идентификатор	Параметр				Объяснение
GEOAX	1.	2.	3. / 5.	4. / 6.	Выбор параллельной системы координат
	INT: номер гео- оси 1 - 3	AXIS: идентифика- тор оси кана- ла	как 1	как 2	
FGROUP	1. – 8. AXIS: идентификатор оси канала				Переменная исходная точка значения F: определение осей, к которым относится подача по траектории Макс. количество осей: 8 С помощью FGROUP () без указания параметров активируется стандартная настройка для исходной точки значения F.

Группы осей			
Идентификатор	Параметр		Объяснение
SPLINEPATH	1.	2. - 9.	Определение соединения сплайнов Макс. количество осей: 8
	INT: соединение сплайнов (должно быть 1)	AXIS: идентификатор гео- или доп. оси	
POLYPATH	1.	2.	Включение полиномиальной интерполяции для выбранных групп осей
	STRING	STRING	

Совместное движение (буксировка)							
Идентификатор	Параметр						Объяснение
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
TANG	AXIS: имя оси Ведомая ось	AXIS: Ведущая ось 1	AXIS: Ведущая ось 2	REAL: Коэффициент связи	CHAR: Опция: "B": Слежение в BKS "W": Слежение в WCS	CHAR Оптимизация: "S": Стандартный "P": автом. с путем скругления, угловой допуск	Тангенциальное управление: Определить соединение из двух указанных ведущих осей определяется касательная для слежения. Коэффициент связи указывает связь между изменением угла касательной и отслеживаемой осью. Он, как правило, равен 1.
TANGON	AXIS: имя оси Ведомая ось	REAL: Угол смещения	REAL: путь скругления	REAL: угловой допуск			Тангенциальное управление: Включить соединение
TANGOF	AXIS: имя оси Ведомая ось						Тангенциальное управление: Выключение соединения
TLIFT	AXIS: отслеживаемая ось						Тангенциальное управление: Включение создания промежуточного кадра
TRAILON	AXIS: Ведомая ось	AXIS: Ведущая ось	REAL: коэффициент связи				Включение осевой синхронной буксировки

Совместное движение (буксировка)							
Идентификатор	Параметр						Объяснение
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
TRAILOF	AXIS: Ведомая ось	AXIS: Ведущая ось					Выключение осевой синхронной буксировки
TANGDEL	AXIS: Ведомая ось						Тангенциальное управление: Удаление соединения

Таблицы кривых						
Идентифика- тор	Параметр					Объяснение
	1.	2.	3.	4.	5.	
STABDEF	AXIS: ведомая ось	AXIS: ведущая ось	INT: номер та- блицы	INT: поведения на грани- цах обла- сти опре- деления	STRING: указание места со- хранения	Определение таблиц ВКЛ Следующие кадры движения определяют таблицу кривых.
STABEND	AXIS: ведомая ось	AXIS: ведущая ось	INT: номер та- блицы	INT: поведения на грани- цах обла- сти опре- деления		Определение таблиц ВЫКЛ
STABDEL	INT: номер та- блицы n	INT: номер та- блицы m	STRING: указание места со- хранения			Удалить таблицу кривых
STABLOCK	INT: номер та- блицы n					Блокирует таблицу кривых с но- мером n, т. е. эта таблица не мо- жет быть удалена/заменена.
STABUNLOCK	INT: номер та- блицы n					Снова разрешает защищенную с STABLOCK таблицу с номером n
LEADON	AXIS: ведомая ось	AXIS: ведущая ось	INT: номер та- блицы			Соединение по главному значе- нию ВКЛ
LEADOF	AXIS: ведомая ось	AXIS: ведущая ось				Соединение по главному значе- нию ВЫКЛ

Профиль ускорения осевой		
Идентификатор	Параметр	
	1. – 8.	
BRISKA	AXIS	Включение скачкообразного осевого ускорения для запрограммированных осей
SOFTA	AXIS	Включение осевого ускорения с ограничением рывка для запрограммированных осей
DRIVEA	AXIS	Включение ломаной характеристики ускорения для запрограммированных осей
JERKA	AXIS	Установленная через машинные данные \$MA_AX_JERK_ENABLE характеристика ускорения действует для запрограммированных осей.

Окружная подача			
Идентификатор		Параметр	Объяснение
FPRAON	1.	2.	Осевая окружная подача ВКЛ
	AXIS: ось, для которой включается окружная подача	AXIS: ось/шпиндель, от которой бер- ется окружная подача. Если ось не запрограммиро- вана, то окружная подача бер- ется от мастер-шпинделя.	
FPRAOF	1. - n.		Окружная подача осевая ВЫКЛ Окружная подача может быть от- ключена одновременно для не- скольких осей. Может быть запро- граммировано столько осей, сколько допускается на кадр.
	AXIS: оси, для которых выключается окружная подача		
FPR	1.		Выбор круговой оси/шпинделя, ко- торые являются производными для окружной подачи траектории при G95. Настройка с помощью FPR дей- ствует модально.
	AXIS: ось/шпиндель, от которой бер- ется окружная подача. Если ось не запрограммиро- вана, то окружная подача бер- ется от мастер-шпинделя.		

Трансформации				
Идентификатор	Параметр			Объяснение
	1.	2.	3.	
TRACYL	REAL: рабочий диаметр	INT: номер трансформации		Цилиндр: трансформация боковой поверхности На канал может быть установлено несколько трансформаций. Номер трансформации показывает, какая трансформация должна быть активирована. Если 2-ой параметр отсутствует, то активируется установленная через машинные данные структура трансформаций.
Transmit	INT: номер трансформации			Transmit: Полярная трансформация На канал может быть установлено несколько трансформаций. Номер трансформации показывает, какая трансформация должна быть активирована. Если параметр отсутствует, то активируется установленная через машинные данные структура трансформаций.
TRAANG	REAL: угол	INT: номер трансформации		Трансформация наклонной оси На канал может быть установлено несколько трансформаций. Номер трансформации показывает, какая трансформация должна быть активирована. Если 2-ой параметр отсутствует, то активируется установленная через машинные данные структура трансформаций. Если угол не программируется TRAANG (,2) или TRAANG то последний угол действует модально.
TRAORI	INT: номер трансформации			4-, 5-осевая трансформация На канал может быть установлено несколько трансформаций. Номер трансформации показывает, какая трансформация должна быть активирована.
TRACON	INT: номер трансформации	REAL: прочие параметры зависят от машинных данных.		Каскадированная трансформация Значение параметров зависит от типа каскадирования.
TRAFOOF				Отключить трансформацию
TRAFOON	STRING: имя блока данных трансформации	REAL: базовый или рабочий диаметр (только TRACYL)	BOOL: с коррекцией стенки паза / без коррекции стенки паза (только TRACYL)	Включение трансформаций, определенных посредством кинематических цепей

Шпиндель			
Идентификатор	Параметр		Объяснение
	1	2. - n.	
SPCON	INT: номер шпинделя	INT: номер шпинделя	переключение в режим ориентации шпинделя
SPCOF	INT: номер шпинделя	INT: номер шпинделя	переключение в режим управления числом оборотов шпинделя
SETMS	INT: номер шпинделя		Объявление шпинделя мастер-шпинделем для текущего канала С SETMS() без указания параметров начинается предварительная установка через машинные данные.

Шлифование		
Идентификатор	Параметр	
	1.	Объяснение
GWPSO	INT: номер шпинделя	Постоянная окружная скорость круга ВКЛ Если номер шпинделя не программируется, то для шпинделя активного инструмента выбирается окружная скорость круга.
GWPSOF	INT: номер шпинделя	Постоянная окружная скорость круга ВЫКЛ Если номер шпинделя не программируется, то для шпинделя активного инструмента отключается окружная скорость круга.
TMON	INT: номер T	Спец. для шлифования контроль инструмента ВКЛ Если номер T не программируется, то включается контроль для активного инструмента.
TMOF	INT: номер T	Контроль инструмента ВЫКЛ Если номер T не программируется, то выключается контроль для активного инструмента.

Обработка резаньем					
Идентификатор	Параметр				Объяснение
	1.	2.	3.	4.	
CONTPRON	REAL [, 11]: таблица контуров	CHAR: Режим обработки	INT: кол-во поднутрений	INT: состояние вычисления	Включение эталонной подготовки Вызываемые в дальнейшем программы контура или кадры ЧПУ разделяются на отдельные движения и сохраняются в таблице контуров. Количество поднутрений возвращается.
CONTDCON	REAL [, 6]: таблица контуров	INT: Направление обработки			Декодирование контура Кадры контура, закодированный строкой таблицы на кадр для экономии памяти, сохраняются в названной таблице.
EXECUTE	INT: состояние ошибки				Включение выполнения программы Таким образом, осуществляется переключение из режима эталонной подготовки или после создания защищенной области к нормальной обработке программы.

Обработка таблицы		
Идентификатор	Параметр	Объяснение
	1.	
EXESTAB	REAL [11]: элемент из таблицы движений	Обработать элемент из таблицы движений

Защищенные области						
Идентификатор	Параметр					Объяснение
	1.	2.	3.	4.	5.	
CROTDEF	INT: номер защищенной области	BOOL: TRUE: Ориентированная на инструмент защищенная область	INT: 0: 4-й и 5-й параметры не обрабатываются 1: 4-й параметр обрабатывается 2: 5-й параметр обрабатывается 3: 4-й и 5-й параметры обрабатываются	REAL: ограничение в плюсовом направлении	REAL: ограничение в минусовом направлении	Определение спец. для канала защищенной области
NROTDEF	INT: номер защищенной области	BOOL: TRUE: Ориентированная на инструмент защищенная область	INT: 0: 4-й и 5-й параметры не обрабатываются 1: 4-й параметр обрабатывается 2: 5-й параметр обрабатывается 3: 4-й и 5-й параметры обрабатываются	REAL: ограничение в плюсовом направлении	REAL: ограничение в минусовом направлении	Определение спец. для станка защищенной области

Защищенные области						
Идентификатор	Параметр					Объяснение
	1.	2.	3.	4.	5.	
CROT	INT: номер защищенной области	INT: опция 0: защищенная область выкл 1: предварительная активация защищенной области 2: защищенная область вкл 3: предварительно активировать защищенную область с условным остановом, только для активных защищенных областей	REAL: смещение защищенной области в первой гео-оси	REAL: смещение защищенной области во второй гео-оси	REAL: смещение защищенной области в третьей гео-оси	Спец. для канала защищенной области ВКЛ/ВЫКЛ
NPROT	INT: номер защищенной области	INT: опция 0: защищенная область выкл 1: предварительная активация защищенной области 2: защищенная область вкл 3: предварительно активировать защищенную область с условным остановом, только для активных защищенных областей	REAL: смещение защищенной области в первой гео-оси	REAL: смещение защищенной области во второй гео-оси	REAL: смещение защищенной области в третьей гео-оси	Спец. для канала защищенной области ВКЛ/ВЫКЛ

Предварительная обработка / отдельный кадр		
Идентификатор	Параметр	Объяснение
STOPRE		Остановка предварительной обработки до выполнения всех подготовленных кадров главного хода
SBLOF		Подавить покадровую обработку
SBLON		Снять подавление покадровой обработки

Прерывания		
Идентификатор	Параметр	Объяснение
	1.	
Disable	INT: номер входа прерываний	Обработчик прерываний, согласованный с указанным аппаратным входом, деактивируется. Быстрый отвод также не осуществляется. Установленное с помощью SETINT согласование между аппаратным входом и обработчиком прерываний сохраняется и может снова быть активировано с помощью ENABLE.
Enable	INT: номер входа прерываний	Реактивация деактивированного с DISABLE согласования обработчика прерываний.
CLRINT	INT: номер входа прерываний	Удаление согласования обработчиков прерываний и атрибутов с входом прерываний. Таким образом, обработчик прерываний выключается. При возникновении прерывания реакция не следует.

Синхронные действия		
Идентификатор	Параметр	Объяснение
	1. - n.	
CANCEL	INT: номер синхронного действия	Отмена модального синхронного действия с указанным ID. Может быть указано и несколько ID, разделенных запятой.

Определение функций					
Идентификатор	Параметр				Объяснение
	1.	2.	3.	4.-7.	
FCTDEF	INT: номер функции	REAL: нижнее предельное значение	REAL: верхнее предельное значение	REAL: коэффициенты a0-a3	Определение функции полинома Она обрабатывается в SYNFACT или PUTFTOCF.

Коммуникация			
Идентификатор	Параметр		Объяснение
	1.	2.	
MMC	STRING: команда	CHAR: Режим квитиования*) "N": без квитиования "S": синхронное квитиование "A": асинхронное квитиование	Команда на интерпретатор команд HMI для конфигурирования окон через программу ЧПУ

*) Команды квитируются по требованию исполняющего компонента (канал, ЧПУ ...).

Координация программ					
Идентификатор		Параметр			Объяснение
INIT	1.	2.	3.		Выбор программы ЧПУ для выполнения в канале
	INT: номер ка- нала или имя кана- ла из MD20000*)	STRING: указание пути	CHAR: режим кви- тирова- ния**)		
	1. - п.				
START	INT: номер канала или имя канала из MD20000*)			Запуск выбранных программ в нескольких каналах одновременно из текущей програм- мы Эта команда не действует в собственном канале.	
WAITE	INT: номер канала или имя канала из MD20000*)			Ожидание завершения программы в одном или нескольких других каналах	
	1.	2. - п.			
WAITM	INT: номер мет- ки	INT: номер канала или имя канала из MD20000*)			Ожидание достижения метки в указанных каналах Предшествующий кадр завершается с точ- ным остановом.
WAITMC	INT: номер мет- ки	INT: номер канала или имя канала из MD20000*)			Ожидание достижения метки в указанных каналах Точный останов запускается только в том случае, если другие каналы еще не дости- гли метки.
	1. - п.				

Координация программ					
Идентификатор	Параметр				Объяснение
SETM	INT: номер метки				Установка одной или нескольких меток для координации каналов Это не затрагивает обработку в собственном канале.
CLEARM	INT: номер метки				Удаление одной или нескольких меток для координации каналов Это не затрагивает обработку в собственном канале.
	1. - n.				
WAITP	AXIS: идентификатор оси				Ожидание, пока указанные позиционирующие оси, прежде запрограммированные с POSA, достигнут своей запрограммированной конечной точки
WAITS	INT: номер шпинделя				Ожидание, пока указанные шпиндели, прежде запрограммированные со SPOSA, достигнут своей запрограммированной конечной точки
RET	1. INT (или STRING): цель перехода (кадр №. / метка) для возврата	2. INT: 0: возврат на цель перехода из 1-го Пар. > 0: возврат на следующий кадр	3. INT: число пропускаемых уровней подпрограмм	4. BOOL: возврат на первый кадр в главной программе	Конец подпрограммы без вывода функции на PLC При указании 1-го параметра (цель перехода) возврат осуществляется сначала на кадр после кадра вызова. Затем в зависимости от программирования (RET или RETB) поиск цели выполняется по следующей стратегии: - RET: Поиск в направлении конца программы. Если этот поиск не дал результата, далее выполняется поиск в направлении начала программы. - RETB:: Поиск в направлении начала программы. Если этот поиск не дал результата, далее выполняется поиск в направлении конца программы.
RETB	INT (или STRING): цель перехода (кадр №. / метка) для возврата	INT: 0: возврат на цель перехода из 1-го Пар. > 0: возврат на следующий кадр	INT: число пропускаемых уровней подпрограмм	BOOL: возврат на первый кадр в главной программе	
	1. - n.				
GET	AXIS: идентификатор оси ***)				Назначение оси(ей) станка Указанные оси с помощью RELEASE должны быть разрешены в другом канале.
GETD	AXIS: идентификатор оси ***)				Прямое назначение оси(ей) станка Указанные оси не должны быть разрешены с RELEASE.

Координация программ					
Идентификатор	Параметр				Объяснение
RELEASE	AXIS: идентификатор оси ***)				Разрешение оси(ей) станка
	1.	2.	3.	4.	
PUTFTOC	REAL: поправка	INT: номер па- раметра	INT: номер ка- нала или имя кана- ла из MD20000*)	INT: Номер шпинделя	Изменение точной коррекции инструмента
PUTFTOCF	INT: № функции	VAR REAL: Исходное значение	INT: номер параметра	INT: номер ка- нала или имя канала из MD20000*)	Изменение точной коррекции инструмента в зависимости от установленной с по- мощью FCTDEF функции (полином макс. 3-го порядка) При FCTDEF указать используемый здесь №.
AXTOCHAN	1. AXIS: идентифи- катор оси	2. INT: номер ка- нала или имя кана- ла из MD20000*)	3. - п. как 1 ...	4. - м. как 2 ...	Передать оси в другие каналы

*) Вместо номеров каналов могут программироваться и определенные через MD20000 \$MC_CHAN_NAME имена каналов.

**) Команды квитируются по требованию исполняющего компонента (канал, ЧПУ ...).

***) Вместо оси с помощью функции SPI может быть соответственно запрограммирован шпиндель: например, GET(SPI(1))

Доступ к данным		
Идентификатор	Параметр	Объяснение
CHANDATA	1. INT: номер канала	Настройка номера канала для доступа к данным канала (допускается только в блоке инициализации). Последующие обращения относятся к установленному с помощью CHANDATA каналу.
NEWCONF		Применить измененные машинные данные

Сообщения			
Идентификатор	Параметр		Объяснение
	1.	2.	
MSG	STRING: сообщение	INT: исполнение	Вывести любую строку символов как сообщение на интерфейс пользователя
WRTPR	STRING: строка символов	INT: исполнение	Запись строки символов в переменную BTSS

Доступ к файлам						
Идентификатор	Параметр					Объяснение
	1.	2.	3.	4.	5.	
READ	VAR INT: ошибка	CHAR[160]: имя файла	INT: начальная строка читаемой области файла	INT: число читаемых строк	VAR CHAR[255]: поле переменной, в которое сохраняется считанная информация	Чтение файлов из файловой системы
write	VAR INT: ошибка	CHAR[160]: имя файла	STRING: устройство/файл для внешнего вывода	CHAR[200]: кадр		Записать кадр в файловую систему (или на внешнее устройство/файл)
DELETE	VAR INT: ошибка	CHAR[160]: имя файла				Удалить файл

Аварийные сообщения			
Идентификатор	Параметр		Объяснение
	1.	2.	
SETAL	INT: номер аварийного сообщения (аварийные сообщения циклов)	STRING: строка символов	Установить аварийное сообщение К номеру аварийного сообщения дополнительно может быть указана строка символов с макс. 4 параметрами. Доступны следующие предопределенные параметры: %1 = номер канала %2 = номер кадра, метка %3 = индекс текста для аварийных сообщений циклов %4 = дополнительный параметр аварийного сообщения

Управление инструментом							
Идентификатор	Параметр						Объяснение
	1.	2.					
DELDL	INT: T-№	INT: D-№					Удаление всех суммарных коррекций резца (или инструмента, если D не указывается)
DELT	STRING [32]: идентификатор инструмента	INT: № гнезда					Удалить инструмент Номер гнезда может не указываться.
DELTC	INT: № блока данных n	INT: № блока данных m					Удалить номера блоков данных инструмента n до m
DZERO							Установка недействительными D-№ всех инструментов согласованного с каналом блока ТО
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
GETFREELOC	VAR INT: № магазина (Возвращаемое значение)	VAR INT: № места (Возвращаемое значение)	INT: T-№	INT: № реф. магазина	CHAR: данные зависят от 4-го параметра	INT: режим резервирования	Поиска свободного места для инструмента
	1.	2.					
GETSELT	VAR INT: T-№ (Возвращаемое значение)	INT: № шпинделя					Выводит T-номер предварительно выбранного для шпинделя инструмента
GETEXET	VAR INT: T-№ (Возвращаемое значение)	INT: № шпинделя					Выводит T-номер активного с точки зрения программы ЧПУ инструмента
GETTENV	STRING: имя инструментального окружения	INT ARRAY[3]: возвращаемые значения					Считывает сохраненные в инструментальном окружении T-, D- и DL-номера
	1.	2.	3.	4.			

Управление инструментом						
Идентификатор	Параметр					Объяснение
POSM	INT: № места, на которое дол- жно быть вы- полнено по- зиционирова- ние	INT: № магази- на, кото- рый дол- жен дви- гаться	INT: № места внутренне- го магази- на	INT: № ма- газина внутренне- го магази- на		Позиционирование магазина
RESETMON	VAR INT: состояние = результат операции (возвращае- мое значе- ние)	INT: внут- ренний T-№	INT: D-№ ин- струмента	INT: опциональ- ный пара- метр в би- товой коди- ровке		Установка фактиче- ского значения ин- струмента на задан- ное значение
SETDNO	1.	2.	3.			Установить номер коррекции (D) резца инструмента (T)
	INT: T-№	INT: № рез- ца	INT: D-№			
SETMTH	1.					Установка №. инстру- ментального суппор- та
	INT: № зажима инструмента					
SETPIECE	1.	2.				Уменьшение счетчи- ка деталей шпинделя Здесь пользователь может обновить дан- ные контроля числа изделий участвую- щих в процессе обра- ботки инструментов.
	INT: значение, на которое про- исходит уменьшение	INT: № шпинделя				
	1.	2.	3.	4.		
SETTA	VAR INT: состояние = результат операции (возвращае- мое значе- ние)	INT: Мага- зин №	INT: № структуры износа	INT: подгруппа инструмен- та		Активация инстру- мента из структуры износа
SETTIA	VAR INT: состояние = результат операции (возвращае- мое значе- ние)	INT: Мага- зин №	INT: № структуры износа	INT: подгруппа инструмен- та		Деактивация инстру- мента из структуры износа

Управление инструментом						
Идентификатор	Параметр					Объяснение
TCA	1.	2.	3.			Выбор/смена инструмента независимо от состояния инструмента
	STRING[32]: идентификатор инструмента	INT: № гнезда	INT: № зажима инструмента			
TCI	1.	2.				Переместить инструмент из буфера в магазин
	INT: № буфера	INT: № зажима инструмента				
MVTOOL	1.	2.	3.	4.	5.	Языковая команда для движения инструмента
	INT: состояние	INT: Магазин №	INT: № места	INT: магазин № после движения	INT: место назначения № после движения	

Ориентация инструмента				
Идентификатор	Параметр			Объяснение
	1.	2.	3.	
ORIRESET	REAL: исходное положение 1-й гео-оси	REAL: исходное положение 2-й гео-оси	REAL: исходное положение 3-й гео-оси	Исходное положение ориентации инструмента

Синхронный шпиндель							
Идентификатор	Параметр						Объяснение
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
COUPDEF	AXIS: ведо- мый шпин- дель	AXIS: ведущий шпин- дель	REAL: числитель передаточ- ного числа	REAL: знамена- тель пере- даточного числа	STRING[8]: режим сме- ны кадра	STRING[2]: тип соеди- нения	Определить структу- ру синхронных шпин- делей
COUPDEL	AXIS: ведо- мый шпин- дель	AXIS: ведущий шпин- дель					Удалить структуру синхронных шпинде- лей

Синхронный шпиндель							
Идентификатор	Параметр						Объяснение
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
COUPRES	AXIS: ведо- мый шпин- дель	AXIS: ведущий шпин- дель					Сбросить параметры соединения на сконфигурированные значения MD и SD
COUPON	AXIS: ведо- мый шпин- дель	AXIS: ведущий шпин- дель	REAL: позиция включения ведомого шпинделя				Включить соедине- ние синхронных шпинделей Если для ведомого шпинделя указывает- ся позиция включе- ния (угловое смеще- ние между FS и LS, относящееся абсо- лютно или инкремен- тально к позиции ну- ля градусов ведуще- го шпинделя в поло- жительном направ- лении вращения), то соединение вклю- чается только после перехода через ука- занную позицию.
COUPONC	AXIS: ведо- мый шпин- дель	AXIS: ведущий шпин- дель					Включить соедине- ние синхронных шпинделей С COUPONC при включении соедине- ния применяется те- кущая действующая скорость ведомого шпинделя (M3/M4 S...).
COUPOF	AXIS: ведо- мый шпин- дель	AXIS: ведущий шпин- дель	REAL: позиция выключе- ния ведо- мого шпин- деля (абсо- лютная)	REAL: позиция выключе- ния веду- щего шпин- деля (абсо- лютная)			Выключить соедине- ние синхронных шпинделей Если позиции указы- ваются, то связь раз- рывается только по- сле того, как пройде- ны все указанные по- зиции. Ведомый шпиндель продолжает вра- щаться с последним числом оборотов пе- ред выключением соединения.

Синхронный шпиндель							
Идентификатор	Параметр						Объяснение
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
COUPOFS	AXIS: ведо- мый шпин- дель	AXIS: ведущий шпин- дель	REAL: позиция выключе- ния ведо- мого шпин- деля (абсо- лютная)				Отключение соеди- нения синхронных шпинделей с оста- новкой ведомого шпинделя Если позиция указы- ваются, то связь раз- рывается только по- сле того, как указан- ная позиция пройде- на
WAITC	AXIS: ведо- мый шпин- дель	STRING [8]: режим смены кадра	AXIS: ведомый шпиндель	STRING[8]: режим сме- ны кадра			Ожидать выполне- ния критерия смены кадров соединения для шпинделей (макс. 2) Если параметры сме- ны кадров не указы- ваются, то дей- ствуют указанные при определении с COUPDEF парамет- ры смены кадра.

Электронный редуктор					
Идентифика- тор	Параметр				Объяснение
EGDEL	1.				Удалить определение соединения для ведомой оси
	AXIS: ведомая ось				
EGDEF	1.	2. / 4. / 6. / 8. / 10.	3. / 5. / 7. / 9. / 11.		Опреде- ление элек- тронного ре- дуктора
	AXIS: ведомая ось	AXIS: ведущая ось	INT: тип сое- динения		

Электронный редуктор									
Идентифика- тор	Параметр								Объяснение
EGON	1.	2.	3. / 6. / 9. / 12. / 15.	4. / 7. / 10. / 13. / 16.	5. / 8. / 11. / 14. / 17.				Электрон- ный редук- тор ВКЛ без синхрониза- ции
	AXIS: ведомая ось	STRING: режим смены кадра	AXIS: ведущая ось	REAL: числи- тель ко- эффи- циента связи	REAL: знамена- тель ко- эффи- циента связи				
EGONSYN	1.	2.	3.	4. / 8. / 12. / 16. / 20.	5. / 9. / 13. / 17. / 21.	6. / 10. / 14. / 18. / 22.	7. / 11. / 15. / 19. / 23.		Электрон- ный редук- тор ВКЛ с синхрониза- цией
	AXIS: ведомая ось	STRING: режим смены кадра	REAL: синхрон- ная пози- ция ве- домой оси	AXIS: ведущая ось	REAL: синхрон- ная пози- ция ве- дущей оси	REAL: числи- тель ко- эффи- циента связи	REAL: знамена- тель ко- эффи- циента связи		
EGONSYNE	1.	2.	3.	4.	5. / 9. / 13. / 17. / 21.	6. / 10. / 14. / 18. / 22.	7. / 11. / 15. / 19. / 23.	8. / 12. / 16. / 20. / 24.	Электрон- ный редук- тор ВКЛ с синхрониза- цией и и установка режима под- вода
	AXIS: ведомая ось	STRING: режим смены кадра	REAL: синхрон- ная пози- ция ве- домой оси	STRING: режим подвода	AXIS: ведущая ось	REAL: синхрон- ная пози- ция ве- дущей оси	REAL: числи- тель ко- эффи- циента связи	REAL: знамена- тель ко- эффи- циента связи	
EGOFS	1.	2. - n.							Селективное выключение электронно- го редуктора
	AXIS: ведомая ось	AXIS: ведущая ось							
EGOFC	1.								Выключение электронно- го редуктора (вариант только для шпинделей)
	AXIS: ведо- мый шпин- дель								

Вырубка					
Идентификатор	Параметр				Объяснение
	1.	2.	3.	4.	
PUNCHAAC	REAL: мин. расстояние между отверстиями	REAL: начальное ускорение	REAL: макс. расстояние между отверстиями	REAL: конечное ускорение	Активировать зависимое от хода ускорение

Информационные функции в пассивной файловой системе				
Идентификатор	Параметр			Объяснение
	1.	2.	3.	
FILEDATE	VAR INT: сообщение об ошибке	CHAR[160]: имя файла	VAR CHAR[8]: дата в формате "дд.мм.гг"	Выводит дату последнего обращения к файлу по записи
FILETIME	VAR INT: сообщение об ошибке	CHAR[160]: имя файла	VAR CHAR[8]: время в формате "чч.мм.сс"	Выводит время последнего обращения к файлу по записи
FILESIZE	VAR INT: сообщение об ошибке	CHAR[160]: имя файла	VAR INT: размер файла	Выводит текущий размер файла
FILESTAT	VAR INT: сообщение об ошибке	CHAR[160]: имя файла	VAR CHAR[5]: данные в формате "rwxsd"	Выводит состояние файла касательно следующих прав: • Чтение (r: read) • Запись (w: write) • Исполнение (x: execute) • Индикация (s: show) • Удаление (d: delete)
FILEINFO	VAR INT: сообщение об ошибке	CHAR[160]: имя файла	VAR CHAR[32]: данные в формате "rwxsd nnnnnnnn дд.мм.гг чч.мм.сс"	Выводит для файла суммарную информацию, которая может быть выгружена через FILEDATE, FILETIME, FILESIZE и FILESTAT

Осевой контейнер		
Идентификатор	Параметр	Объяснение
	1. - п.	
AXCTSWE	AXIS: осевой контейнер	Вращать осевой контейнер
AXCTSWED	AXIS: осевой контейнер	Вращать осевой контейнер (командная переменная для ввода в эксплуатацию!)
AXCTSWEC:	AXIS: осевой контейнер	Отмена разрешения на вращение осевого контейнера

Master/Slave-соединение		
Идентификатор	Параметр	Объяснение
	1. - п.	
MASLON	AXIS: идентификатор оси	Включить Master/Slave-соединение
MASLOF	AXIS: идентификатор оси	Разорвать Master/Slave-соединение
MASLOFS	AXIS: идентификатор оси	Разорвать Master/Slave-соединение и автоматически остановить Slave-шпиндели
MASLDEF	AXIS: идентификатор оси	Определить Master/Slave-соединение Последняя ось это Master-ось.
MASLDEL	AXIS: идентификатор оси	Разорвать соединение Master/Slave и удалить определение структуры

Коррекция длин инструмента Online			
Идентификатор	Параметр		Объяснение
	1.	2.	
TOFFON	AXIS: направление коррекции	REAL: значение смещения в направлении коррекции	Активировать коррекцию длин инструмента Online в указанном направлении коррекции
TOFFOF	AXIS: направление коррекции		Сбросить коррекцию длин инструмента Online в указанном направлении коррекции

SERUPRO		
Идентификатор	Параметр	Объяснение
IPTRLOCK		Начало непригодного для поиска сегмента программы
IPTRUNLOCK		Конец непригодного для поиска сегмента программы

Отвод				
Идентификатор	Параметр			Объяснение
	1. - п.			
POLFMASK	AXIS: имя гео- или оси станка			Разрешить оси для быстрого отвода (без связи между осями)
POLFMLIN	AXIS: имя гео- или оси станка			Разрешить оси для линейного быстрого отвода
POLFA	1.	2.	3.	Позиция отвода для отдельных осей
	AXIS: идентификатор оси канала	INT: тип	REAL: значение	

Предотвращение столкновений				
Идентификатор	Параметр		Объяснение	
	1.			
PROTA	STRING: "R"		Запрос повторного расчета модели столкновений	
PROTS	1.	2. - п.	Установка состояния защищенной области	
	CHAR: состояние	STRING: имя защищенной области		

17.6 Предопределенные процедуры в синхронных действиях

Следующие предопределенные процедуры доступны только в синхронных действиях?

Синхронные процедуры		
Идентификатор	Параметр	Объяснение
STOPREOF		Отменить остановку предварительной обработки Синхронное действие с командой STOPREOF вызывает остановку предварительной обработки после следующего кадра вывода (= кадр на главный ход). Остановка предварительной обработки отменяется с завершением кадра вывода или при выполнении условия STOPREOF. Все операторы синхронного действия с командой STOPREOF после этого считаются обработанными.
RDISABLE		блокировка загрузки
DELDTG	1. AXIS: ось для осевого стирания остатка пути (опция). Если оси нет, то запускается стирание остатка пути для хода траектории.	Стирание остатка пути Синхронное действие с командой DELDTG вызывает остановку предварительной обработки после следующего кадра вывода (= кадр на главный ход). Остановка предварительной обработки отменяется с завершением кадра вывода или при выполнении первого условия DELDTG. В \$AA_DELT[<ось>] можно найти осевое удаление от заданной точки при осевом стирании остатка пути, в \$AC_DELT – остаточный ход траектории.

Координация программ технологических циклов		
Идентификатор	Параметр	Объяснение
	1.	
LOCK	INT: ID синхронного действия, которое должно быть заблокировано	Блокировать синхронное действие с ID или остановить технологический цикл Может быть запрограммирован один или несколько ID.
UNLOCK	INT: ID синхронного действия, которое должно быть разрешено	Разрешить синхронное действие с ID или продолжить технологический цикл Может быть запрограммирован один или несколько ID.
ICYCON		Выполнить каждый кадр технологического цикла после ICYCON в отдельном такте IPO
ICYCOF		Выполнить все кадры технологического цикла после ICYCOF в одном такте IPO

17.6 Предопределенные процедуры в синхронных действиях

Полиномиальные функции						
Идентификатор		Параметр			Объяснение	
SYNFCT	1.	2.	3.			Если в синхронном действии движения выполнено условие, то обрабатывается определенный через первое выражение полином на входных переменных. После значение ограничивается вниз и вверх и присваивается входной переменной.
	INT: номер полиномиальной функции, определенной с FCTDEF	VAR REAL: переменная результата *)	VAR REAL: входная переменная **)			
FTOC	1.	2.	3.	4.	5.	Изменение точной коррекции инструмента в зависимости от определенной с FCTDEF функции (полином макс. 3-о порядка). При FCTDEF необходимо указать используемый здесь номер.
	INT: номер полиномиальной функции, определенной с FCTDEF	VAR REAL: входная переменная **)	INT: длина 1, 2, 3	INT: номер канала	INT: номер шпинделя	

*) В качестве переменной результата разрешены только специальные системные переменные (см. Описание функций "Синхронные действия").

**) В качестве входной переменной допустимы только специальные системные переменные (см. Описание функций "Синхронные действия").

17.7 Предопределенные функции

Вызов предопределенной функции запускает выполнение предопределенной функции ЧПУ, которая, в отличие от предопределенной процедуры, возвращает значение. Вызов предопределенной функции может быть указан как операнд в выражении.

Система координат						
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр				Объяснение
		1.	2.	3. - 15.	4. - 16.	
CTRANS	FRAME	AXIS: идентификатор оси	REAL: Смест ение	AXIS: идентифика тор оси	REAL: Смест ение	Смещение: смещение нулевой точки ГРУБОЕ для нескольких осей
CFINE	FRAME	AXIS: идентифика тор оси	REAL: Смест ение	AXIS: идентифика тор оси	REAL: Смест ение	Смещение: смещение нулевой точки ТОЧ НОЕ для нескольких ос ей
CSCALE	FRAME	AXIS: идентифика тор оси	REAL: коэффициент масштабиро вания	AXIS: идентифика тор оси	REAL: коэффициент масштабиро вания	Scale: Коэффициент масштабирования для нескольких осей
		1.	2.	3-я и 5-я	4-я и 6-я	
CROT	FRAME	AXIS: идентифика тор оси	REAL: враще ние	AXIS: идентифика тор оси	REAL: Враще ние	Вращение: вращение текущей системы коор динат Макс. число парамет ров: 6 (по одному идентифи катору оси и значению на геометрическую ось).
CROTS	FRAME	AXIS: идентифика тор оси	REAL: Враще ние с про странствен ным углом	AXIS: идентифика тор оси	REAL: Враще ние с про странствен ным углом	Вращение: Вращение текущей системы коор динат с пространствен ным углом Макс. число парамет ров: 6 (по одному идентифи катору оси и значению на геометрическую ось).
CMIRROR		1.	2. - 8.			Mirror: отражение на оси координат
	FRAME	AXIS	AXIS			

Система координат					
Идентифика- тор	Возвра- щаемое значение	Параметр			Объяснение
		1.	2.		
CRPL	FRAME	INT: ось вращения	REAL: угол поворота		Вращение фрейма в произвольной плоско- сти
ADDFRAME	INT: 0: OK 1: указа- ние цели (строка) непра- вильное 2: целе- вой фрейм не сконфигу- рирован 3: Враще- ние во фрейме не разре- шено	FRAME: аддитивный измеренный или вычис- ленный фрейм	STRING: специфици- рованный це- левой фрейм		Вычисляет целевой фрейм, специфициро- ванный строкой Целевой фрейм вы- числяется таким образ- ом, что новый общий фрейм получается как соединение старого об- щего фрейма с пере- данным фреймом.
INVFRAME	FRAME	1.			Вычисляет из фрейма инверсный фрейм Соединение фрейма с его инверсным фрей- мом всегда дает нуле- вой фрейм
		FRAME			
MEAFRAME	FRAME	1.	2.	3.	Вычисление фрейма из 3 точек измерения в пространстве
		REAL[3,3]: координаты измеренных точек в про- странстве	REAL[3,3]: координаты заданных то- чек	VAR REAL: переменная, возвращаю- щая инфор- мацию о каче- стве вычисле- ния ФРЕЙМА	

Геометрические функции					
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр			Объяснение
		1.	2.	3.	
CALCDAT	BOOL: состояние ошибки	VAR REAL [n, 2]: Таблица (абсцисса, ордината) точек 1 - n	INT: Количество точек	VAR REAL [3]: результат: Абсцисса, ордината и радиус вычисленного центра круга	Вычисляет координаты центра окружности и радиус из 3 или 4 точек. Точки должны быть различными.
INTERSEC	BOOL: состояние ошибки	VAR REAL [11]: первый элемент контура	VAR REAL [11]: второй элемент контура	VAR REAL [2]: Вектор результата для координат точки пересечения: абсцисса и ордината	Рассчитывает координаты точки пересечения между двумя элементами контура. Статус ошибки указывает на то, была ли найдена точка пересечения.

Функции таблиц кривых								
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр						Объяснение
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
CTAB	REAL: позиция ведомой оси	REAL: позиция ведущей оси	INT: номер таблицы	VAR REAL[]: результат под-ъем	AXIS: ведомая ось для масштабирования	AXIS: ведущая ось для масштабирования		Определяет позицию ведомой оси для указанной позиции ведущей оси по таблице кривых Если параметры 4/5 не запрограммированы, то расчет выполняется со стандартным масштабированием.
CTABINV	REAL: позиция ведущей оси	REAL: позиция ведомой оси	REAL: главная позиция	INT: номер таблицы	VAR REAL[]: результат под-ъем	AXIS: ведомая ось для масштабирования	AXIS: ведущая ось для масштабирования	Определяет позицию ведущей оси для указанной позиции ведомой оси по таблице кривых. Если параметры 5/6 не запрограммированы, то расчет выполняется со стандартным масштабированием.
CTABID	INT: номер таблицы кривых	INT: номер элемента в памяти	STRING: место хранения: "SRAM", "DRAM"					Определяет номер таблицы кривых, помещенный под указанным номером в память

Функции таблиц кривых								
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр						Объяснение
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
STABISLOCK	INT: состояние блокировки	INT: номер таблицы						Определяет состояние блокировки таблицы кривых: > 0: таблица заблокирована 1: STABLOCK 2: активное соединение 3: STABLOCK и активное соединение 0: Таблица не заблокирована -1: Таблица не существует
STABEXISTS	INT: наличие	INT: номер таблицы						Определяет наличие таблицы кривых в статической или динамической памяти ЧПУ: 0: false 1: TRUE
STABMEMTYP	INT: место в памяти	INT: номер таблицы						Определяет место таблицы кривых в памяти: 1: DRAM 0: SRAM -1: Таблица не существует
STABPERIOD	INT: периодичность	INT: номер таблицы						Определяет периодичность таблицы кривых: 0: не периодическая 1: периодическая по ведущей оси 2: периодическая по ведущей и ведомой оси -1: Таблица не существует
STABNO	INT: количество таблиц кривых							Определяет количество определенных таблиц кривых (в статической и динамической памяти ЧПУ)

Функции таблиц кривых								
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр						Объяснение
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
CTABNOMEM	INT: количество таблиц кривых	STRING: место хранения: "SRAM", "DRAM"						Определяет количество определенных таблиц кривых в указанной памяти
CTABFNO	INT: число таблиц	STRING: место хранения: "SRAM", "DRAM"						Определяет количество таблиц кривых, которое можно добавить в указанную память
CTABSEG	INT: число сегментов кривой	STRING: место хранения: "SRAM", "DRAM"	STRING: тип сегмента: "L": линейный "P": полиномиальный					Определяет количество используемых сегментов кривых указанного типа в указанной памяти >=0: Количество -1: недействительный тип памяти Если параметр 2 не программируется, то выводится сумма линейных и полиномиальных сегментов.
CTABFSEG	INT: число сегментов кривой	STRING: место хранения: "SRAM", "DRAM"	STRING: тип сегмента: "L": линейный "P": полиномиальный					Определяет количество сегментов кривой указанного типа, которое можно добавить в указанную память >=0: Количество -1: недействительный тип памяти
CTABSEGID	INT: число сегментов кривой	INT: номер таблицы	STRING: тип сегмента: "L": линейный "P": полиномиальный					Определяет количество сегментов кривой указанного типа, используемое в таблице кривых >=0: Количество -1: Таблица не существует

Функции таблиц кривых								
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр						Объяснение
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
STABMSEG	INT: число сегментов кривой	STRING: место сохранения: "SRAM", "DRAM"	STRING: тип сегмента: "L": линейный "P": полиномиальный					Определяет количество макс. возможных сегментов кривой указанного типа сегмента в указанной памяти >=0: Количество -1: Таблица не существует
STABPOL	INT: число полиномов кривой	STRING: место сохранения: "SRAM", "DRAM"						Определяет количество использованных полиномов кривой в указанной памяти >=0: Количество -1: Таблица не существует
STABPOLID	INT: число полиномов кривой	INT: номер таблицы						Определяет количество полиномов кривой, которые используются таблицей кривых >=0: Количество -1: Таблица не существует
STABFPOL	INT: число полиномов кривой	STRING: место сохранения: "SRAM", "DRAM"						Определяет количество макс. возможных полиномов кривой в указанной памяти: >=0: Количество -1: Таблица не существует
STABMPOL	INT: число полиномов кривой	STRING: место сохранения: "SRAM", "DRAM"						Определяет количество макс. возможных полиномов кривой в указанной памяти: >=0: Количество -1: Таблица не существует

Функции таблиц кривых								
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр						Объяснение
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
CTABSSV	REAL: позиция ведомой оси	REAL: позиция ведущей оси	INT: номер таблицы	VAR REAL[]: результат под- ъем	AXIS: ведомая ось для масшта- бирования	AXIS: ведущая ось для масшта- бирования		Определяет позицию ведомой оси в начале сегмента кривой, относящегося к указанному значению ведущей оси.
CTABSEV	REAL: позиция ведомой оси	REAL: позиция ведущей оси	INT: номер таблицы	VAR REAL[]: результат под- ъем	AXIS: ведомая ось для масшта- бирования	AXIS: ведущая ось для масшта- бирования		Определяет позицию ведомой оси в конце сегмента кривой, относящегося к указанному значению ведущей оси.
CTABTSV	REAL: позиция ведомой оси	INT: номер таблицы	VAR REAL[]: результат под- ъем на- чало та- блицы	AXIS: ведомая ось				Определяет позицию ведомой оси в начале таблицы кривых.
CTABTEV	REAL: позиция ведомой оси	INT: номер таблицы	VAR REAL[]: результат под- ъем ко- нец та- блицы	AXIS: ведомая ось				Определяет позицию ведомой оси в конце таблицы кривых.
CTABTSP	REAL: позиция ведущей оси	INT: номер таблицы	VAR REAL[]: результат под- ъем на- чало та- блицы	AXIS: ведущая ось				Определяет позицию ведущей оси в начале таблицы кривых.
CTABTEP	REAL: позиция ведущей оси	INT: номер таблицы	VAR REAL[]: результат под- ъем ко- нец та- блицы	AXIS: ведущая ось				Определяет позицию ведущей оси в конце таблицы кривых.
CTABTMIN	REAL: минимальное значение	INT: номер таблицы	REAL: интервал главного значения нижняя граница	REAL: интервал главного значения верхняя граница	AXIS: ведомая ось	AXIS: ведущая ось		Определяет мин. значение ведомой оси во всей области определения таблицы кривых или в определенном интервале.

Функции таблиц кривых								
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр						Объяснение
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
STABTMAX	REAL: максимальное значение	INT: номер таблицы	REAL: интервал главного значения нижняя граница	REAL: интервал главного значения верхняя граница	AXIS: ведомая ось	AXIS: ведущая ось		Определяет макс. значение ведомой оси во всей области определения таблицы кривых или в определенном интервале.
Примечание: Функции таблиц кривых могут быть запрограммированы и в синхронных действиях.								

Осевые функции						
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр				Объяснение
		1.	2.	3.	4.	
AXNAME	AXIS: идентификатор оси	STRING []: входная строка				Преобразует входную строку в идентификатор оси
AXSTRING	STRING[]: имя оси	AXIS: идентификатор оси				Преобразует идентификатор оси в строку
ISAXIS	BOOL: ось имеется (TRUE) или нет (FALSE)	INT: номер гео-оси (1 до 3)				Проверяет, имеется ли указанная как параметр гео-ось 1 до 3 согласно машинным данным MD20050 \$MC_AXCONF_GEOAX_ASSIGN_TAB
SPI	AXIS: идентификатор оси	INT: номер шпинделя				Преобразует номер шпинделя в идентификатор оси
AXTOSPI	INT: номер шпинделя	AXIS: идентификатор оси				Преобразует идентификатор оси в номер шпинделя
MODAXVAL	REAL: значение по модулю	AXIS: идентификатор оси	REAL: позиция оси			Рассчитывает из введенной позиции оси остаток по модулю Если указанная ось не является осью по модулю, то позиция оси возвращается без изменений.
POSRANGE	BOOL: заданная позиция в окне позиций (TRUE) или нет (FALSE)	AXIS: идентификатор оси	REAL: контрольная позиция в системе координат	REAL: ширина окна позиций	INT: система координат	Определяет, находится ли заданная позиция оси в окне вокруг заданной контрольной позиции

Управление инструментом					
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр			Объяснение
		1.	2.	3.	
CHKDM	INT: состояние: Результат испытания	INT: номер магазина	INT: D-номер		Проверяет однозначность D-номера в рамках магазина
CHKDNO	INT: состояние: Результат испытания	INT: номер T для 1-го инструмента	INT: номер T для 2-го инструмента	INT: D-номер	Проверяет однозначность D-номера
GETACTT	INT: состояние	INT: номер T	STRING [32]: имя инструмента		Определяет активный инструмент из группы инструментов с одинаковым именем
GETACTTD	INT: состояние: Результат испытания	VAR INT: найденный T-номер (возвращаемое значение)	INT: D-номер		Определяет соответствующий T-номер для абсолютного D-номера
GETDNO	INT: D-номер	INT: номер T	INT: номер резца		Определяет D-номер резца инструмента T
GETT	INT: номер T	STRING [32]: имя инструмента	INT: номер гнезда		Определяет T-номер к имени инструмента
NEWT	INT: номер T	STRING [32]: имя инструмента	INT: номер гнезда		Создает новый инструмент (предоставление данных инструмента) Номер гнезда может отсутствовать.
TOOLENV	INT: состояние	STRING: имя			Сохраняет инструментальное окружение с указанным именем в статической памяти ЧПУ
DELTOOLENV	INT: состояние	STRING: имя			Удаляет инструментальное окружение с указанным именем из статической памяти ЧПУ Удаляет все инструментальные окружения, если имя не указано.
GETTENV	INT: состояние	STRING: имя	VAR INT: T-номер [0] D-номер [1] DL-номер [2]		Определяет T-номер D-номер и DL-номер по инструментальному окружению с указанным именем

арифметика					
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр			Объяснение
		1.	2.	3.	
SIN	REAL	REAL			Синус
ASIN	REAL	REAL			Арксинус
COS	REAL	REAL			Косинус
ACOS	REAL	REAL			Арккосинус
TAN	REAL	REAL			Тангенс
ATAN2	REAL	REAL	REAL		Арктангенс 2
SQRT	REAL	REAL			Квадратный корень
POT	REAL	REAL			Квадрат
TRUNC	REAL	REAL			Целочисленная доля
ROUND	REAL	REAL			Округление
ROUNDUP	REAL	REAL			Округление
ABS	REAL	REAL			Абсолютное значение
LN	REAL	REAL			Натуральный логарифм
exp	REAL	REAL			Показательная функция e^x
MINVAL	REAL	REAL	REAL		Определяет наименьшее значение двух параметров
MAXVAL	REAL	REAL	REAL		Определяет наибольшее значение двух параметров
BOUND	REAL: состояние проверки	REAL: нижняя граница	REAL: верхняя граница	REAL: опорное значение	Определяет, укладывается ли опорное значение в диапазон.
Примечание: Арифметические функции могут быть запрограммированы и в синхронных действиях. В этом случае расчет и обработка этих арифметических функций осуществляется на главном ходе. Для расчетов и в качестве буфера можно использовать и параметр синхронных действий \$AC_PARAM[<n>].					

Строковые функции (STRING)					
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр			Объяснение
		1.	2.	3.	
ISNUMBER	BOOL	STRING: входная строка			Проверяет, можно ли преобразовать входную строку в число
NUMBER	REAL	STRING: входная строка			Преобразует входную строку в число
TOUPPER	STRING	STRING: входная строка			Преобразует входную строку в прописные буквы
TOLOWER	STRING	STRING: входная строка			Преобразует входную строку в строчные буквы

Строковые функции (STRING)					
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр			Объяснение
		1.	2.	3.	
STRLEN	INT	STRING: входная строка			Определяет длину входной строки до конца строки (/0)
INDEX	INT	STRING: входная строка	CHAR: символ поиска		Определяет место символа во входной строке слева направо. 1-й символ строки слева имеет индекс 0.
RINDEX	INT	STRING: входная строка	CHAR: символ поиска		Определяет место символа во входной строке справа налево. 1-й символ строки справа имеет индекс 0.
MINDEX	INT	STRING: входная строка	STRING: символ поиска		Определяет место одного из символов, указанных во 2-м параметре во входной строке слева направо. 1-й символ входной строки слева имеет индекс 0.
SUBSTR	STRING	STRING: входная строка	INT	INT	Определяет подстроку входной строки, описанную началом (2-й параметр) и количеством символов (3-й параметр).
SPRINT	STRING	STRING: входная строка			Определяет отформатированную входную строку

Функции для измерительных циклов								
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр						Объяснение
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
CALCPOSI	INT: состояние	REAL[3]: исходная позиция в WCS	REAL[3]: инкрементальное указание пути относительно исходной позиции	REAL[5]: мин. расстояния до границ контроля	REAL[3]: поле возврата для возм. инкр. пути	BOOL: пересчет системы единиц да/нет	INT: тип граничного контроля	Проверяет, могут ли исходя из имеющейся стартовой точки гео-оси пройти заданный путь, не нарушив границы осей В том случае, если заданный путь не может быть пройден без нарушений, то возвращает макс. допустимое значение.
GETTCOR	INT: состояние	REAL [11]:	STRING: компонент длины инструмента : Система координат	STRING: имя инструментального окружения	INT: внутренний T-№ инструмента	INT: номер резца (D-№) инструмента	INT: номер зависящей от места коррекции (DL-№ инструмента))	Определяет длины инструмента и компоненты длин инструмента из инструментального окружения или текущего окружения
LENTOAX	INT: состояние	INT[3]: согласование гео-осей	REAL[3]: матрица для отображения длин инструмента в системе координат	STRING: система координат для согласования				Находит информацию по согласованию длин инструмента L1, L2, L3 активного инструмента с абсциссой, ординатой, аппликатой Управление согласованием с геометрическими осями осуществляется через фреймы и активную плоскость (G17 -G19).

SETTCOR	INT: состояние	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
		REAL [3]: вектор коррекции в пространстве	STR.: идентификатор компонента	INT: ис-правл. компонент(ы) 0 - 11	INT: тип операции записи 0 - 3	INT: индекс гео-оси	STRING: имя инструмента-го окружения	INT: внутр. T-№ инструмента	INT: D-№ инструмента	INT: DL-№ инструмента	Изменяет компоненты инструмента с учетом граничных условий, входящих в нормирование отдельных компонентов

Прочие функции											
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр						Объяснение			
		1.	2.	3.	4.	5.	6.				
STRINGIS	INT: информация о строке	STRING: имя проверяемого элемента						Проверяет, доступна ли указанная строка как элемент языка программирования ЧПУ в текущей языковой среде			
ISVAR	BOOL: переменная известна да/нет	STRING: имя переменной						Проверяет, содержит ли передаваемый параметр известную в ЧПУ переменную (машинные данные, установочные данные, системная переменная, общие переменные как GUD)			
GETVARTYP	INT: тип данных	STRING: имя переменной						Определяет тип данных системной переменной / переменной пользователя			
GETVARPHU	INT: Числовое значение физической единицы	STRING: имя переменной						Определяет физические единицы системной переменной / переменной пользователя			
GETVARAP	INT: степень защиты для обращений	STRING: имя переменной	STRING: тип доступа					Определяет права доступа к системной переменной / переменной пользователя			

Прочие функции								
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр						Объяснение
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
GETVARLIM	INT: состояние	STRING: имя переменной	CHAR: указывает, какое предельное значение должно быть выгружено	VAR REAL: возврат предельного значения				Определяет нижнее / верхнее предельного значения системной переменной / переменной пользователя
GETVARDFT	INT: состояние	STRING: имя переменной	VAR REAL/ STRING/ FRAME: возврат стандартного значения	INT: индекс на первую размерность (как опция)	INT: индекс на вторую размерность (как опция)	INT: индекс на третью размерность (как опция)		Определяет стандартное значение системной переменной / переменной пользователя
COLLPAIR	INT: результат проверки	STRING: имя 1-й защищенной области	STRING: имя 2-й защищенной области	BOOL: блокировка аварийных сообщений (опция)				Проверяет на отношение к соударяемой паре
PROTD	REAL: интервал между двумя защищенными областями	STRING: имя 1-й защищенной области	STRING: имя 2-й защищенной области	VAR REAL: возвращаемое значение: 3-мерный вектор расстояния	BOOL: Система единиц для интервала и вектора расстояния (опция)			Рассчитывает интервал между двумя указанными защищенными областями
DELOBJ	INT: номер ошибки	STRING: тип удаляемого компонента	INT: начальный индекс удаляемых компонентов (опция)	INT: конечный индекс удаляемых компонентов (опция)	BOOL: блокировка аварийных сообщений (опция)			Удаляет элементы кинематических цепочек, защищенные области, элементы защищенных областей, соударяемые пары и данные трансформаций

Прочие функции								
Идентификатор	Возвращаемое значение	Параметр						Объяснение
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	
NAMETOINT	INT: индекс системной переменной	STRING: имя поля системных переменных	STRING: цепочка символов/имя	BOOL: блокировка аварийных сообщений (опция)				Определяет на основе цепочки символов соответствующий индекс системной переменной
ORISOLH	INT: номер ошибки	INT: управляет поведением функции	REAL: первый угол	REAL: второй угол				Помогает пользователю настраивать положения круговых осей станка так, чтобы токарный инструмент устанавливался в определенное, не зависящее от кинематики положение относительно детали. Условие: активна 6-осевая трансформация, параметры которой заданы посредством кинематических цепей.
CORRTRAFO	INT: номер ошибки	REAL: вектор коррекции	INT: модифицируемый элемент	INT: режим коррекции	BOOL: блокировка аварийных сообщений (опция)			Модифицирование векторов смещения или векторов направления осей ориентации в кинематической модели станка.

17.8 Текущий язык в HMI

Следующая таблица содержит все доступные на интерфейсе языки.

Текущий установленный язык может быть запрошен в программе обработки детали или в синхронных действиях через следующую системную переменную:

\$AN_LANGUAGE_ON_HMI = <значение>

<значение>	Язык	Краткое обозначение
1	Немецкий (Германия)	DEU
2	Французский	FRA
3	Английский (Соединенное королевство)	ENG
4	Испанский	ESP
6	Итальянский	ITA
7	Голландский	NLD
8	Китайский (упрощенный)	CHS
9	Шведский	SVE
18	Венгерский	HUN
19	Финский	FIN
28	Чешский	CSY
50	Португальский (бразильский)	PTB
53	Польский	PLK
55	Датский	DAN
57	Русский	RUS
68	Словацкий	SKY
72	Румынский	ROM
80	Китайский (традиционный)	CHT
85	Корейский	KOR
87	Японский	JPN
89	Турецкий	TRK

Примечание

Обновление \$AN_LANGUAGE_ON_HMI выполняется:

- после запуска системы.
- после сброса (Reset) ЧПУ и/или PLC.
- после переключения на другое ЧПУ в рамках M2N.
- после переключения языка на HMI.

A.1 Список сокращений

A	
A	Выход
ADI4	Analog Drive Interface for 4 Axes
AC	Адаптивное управление
ALM	Активный модуль питания
ARM	Асинхронный вращающийся двигатель
AS	Система автоматизации
ASCII	American Standard Code for Information Interchange: американский стандарт кода для передачи информации
ASIC	Application Specific Integrated Circuit: схема пользователя
ASUP	Асинхронная подпрограмма
AUXFU	Auxiliary Function: Вспомогательная функция
AWL	Список операторов
AWP	Программа пользователя

B	
BA	Режим работы
ГРР	Группа режимов работы (ГРР)
BCD	Binary Coded Decimals: закодированные двоичным кодом десятичные числа
BERO	Бесконтактный выключатель
BI	Binector Input (входной бинектор)
BICO	Binector Connector (бинектор-коннектор)
BIN	Binary Files: двоичные файлы
BIOS	Basic Input Output System
BKS	Базовая кинематическая система
BO	Binector Output (выходной бинектор)
OPI	Интерфейс пульта оператора

C	
CAD	Computer-Aided Design
CAM	Computer-Aided Manufacturing
CC	Compile Cycle: компилируемые циклы
CEC	Cross Error Compensation
CI	Connector Input (входной коннектор)
CF-Card	Карта Compact Flash

C	
CNC	Computerized Numerical Control: компьютерное числовое программное управление
CO	Connector Output (выходной коннектор)
CoL	Сертификат лицензии
COM	Communication
CPA	Compiler Projecting Data: данные конфигурации компилятора
CRT	Cathode Ray Tube: кинескоп
CSB	Central Service Board: модуль PLC
CU	Control Unit
CP	Communication Processor
CPU	Central Processing Unit: центральный процессор
CR	Carriage Return
CTS	Clear To Send: сообщение о готовности к передаче для последовательных интерфейсов данных
CUTCOM	Cutter Radius Compensation: коррекция радиуса инструмента

D	
DAU	цифрово-аналоговый преобразователь
DB	Блок данных (PLC)
DBB	Байт блока данных (PLC)
DBD	Двойное слово блока данных (PLC)
DBW	Слово блока данных (PLC)
DBX	Бит блока данных (PLC)
DDE	Dynamic Data Exchange
DDS	Drive Data Set: Блок данных привода
DIN	Немецкий промышленный стандарт
DIO	Data Input/Output: индикация передачи данных
DIR	Directory: Директория
DLL	Dynamic Link Library
DO	Drive Object
DPM	Dual Port Memory
DPR	Dual-Port-RAM
DRAM	Динамическая память (не буферная)
DRF	Differential Resolver Function: функция дифференциального преобразования координат (маховичок)
Drive-Cliq	Drive Component Link with IQ
DRY	Dry Run: Подача пробного хода
DSB	Decoding Single Block: отдельный кадр декодирования
DSC	Dynamic Servo Control / Dynamic Stiffness Control
DW	Слово данных
DWORD:	двойное слово (сейчас 32 бита)

E	
E	Вход
EES	Execution from External Storage
I/O	Ввод/вывод
ENC	Encoder: датчик фактического значения
EEP	Простой периферийный модуль (PLC–I/O–модуль)
EGB	электростатически-чувствительные модули/детали
ЭМС	Электромагнитная совместимость (ЭМС)
EN	Европейский стандарт
ENC	Encoder: Датчик фактического значения
EnDat	Интерфейс датчика
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory: СППЗУ
Сетевые службы ePS	Службы для дистанционного обслуживания станков на базе Интернета
EQN	Обозначение типа абсолютного датчика с 2048 синусоидальными сигналами/оборот
ES	Engineering System (система технических разработок)
ESR	Расширенный останов и отвод
ETC	Клавиша расширения ">"; расширение панели программных клавиш в том же меню

F	
FB	Функциональный блок (PLC)
FC	Function Call: Функциональный блок (PLC)
FEPRM	Flash-EPROM: память для чтения и записи
FIFO	First in First Out: память, работающая без указания адреса, данные которой считываются в последовательности их сохранения
FIPO	Точный интерполятор
FPU	Floating Point Unit: блок вычислений (в режиме) с плавающей точкой
FRK	Коррекция радиуса фрезы
FST	Feed Stop: остановка подачи
FUP	Функциональные схемы FBD (метод программирования для PLC)
Микропрограммное обеспечение	Микропрограммное обеспечение

g	
GC	Global Control (PROFIBUS: широкопередаточная телеграмма)
GDIR	Глобальная память программ обработки деталей
GEO	Геометрия, например, гео-ось
GIA	Gear Interpolation Data: данные интерполяции редуктора
GND	Signal Ground
GP	Главная программа (PLC)
GS	Степень редуктора
GSD	Основной файл устройства для описания PROFIBUS Slave

g	
GSDML	Generic Station Description Markup Language: дескрипторный язык на базе XML для создания файла GSD
GUD	Global User Data: глобальные данные пользователя

Н	
HEX	сокращение для шестнадцатеричного числа
HiFu	Вспомогательная функция
HLA	Гидравлический линейный привод
hmi	Human Machine Interface: интерфейс пользователя SINUMERIK
HSA	Привод главного движения
HW	Аппаратное обеспечение

I	
IBN	Ввод в эксплуатацию
IKA	интерполяционная компенсация
IM	Interface-Modul: модуль подключения
IMR	Interface-Modul Receive: модуль подключения для режима приема
IMS	Interface-Modul Send: модуль подключения для режима передачи
INC	Increment: размер шага
INI	Initializing Data: данные инициализации
IPO	Интерполятор
ISA	International Standard Architecture
ISO	International Standard Organization

J	
JOG	Jogging: отладочный режим

К	
K_v	Коэффициент усиления контура регулирования
K_p	Пропорциональное усиление
K_U	Передаточное число
KOP	Релейно-контактные схемы (LAD) (метод программирования для PLC)

Л	
LAI	Logic Machine Axis Image: логический образ осей станка
LAN	Local Area Network
LCD	Liquid-Crystal Display: индикация на жидких кристаллах
Светодиод	Light Emitting Diode: светодиод
LF	Line Feed

I	
LMS	Система измерения положения
LR	Регулятор положения
LSB	Least Significant Bit: младший бит
LUD	Local User Data: данные пользователя (локальные)

M	
MAC	Media Access Control
MAIN	Main program: главная программа (OB1, PLC)
MB	Мегабайт
MCI	Motion Control Interface
MCIS	Motion–Control–Information–System
MCP	Machine Control Panel: Станочный пульт
MD	Машинные данные
MDA	Manual Data Automatic: ручной ввод
MDS	Motor Data Set: Блок данных двигателя
MELDW	Информационное слово
MCS	Система координат станка
MM	Модуль двигателя
MPF	Main Program File: Главная программа (ЧПУ)
MCP	Станочный пульт

N	
ЧПУ	Numerical Control: Числовое программное управление (ЧПУ) с подготовкой кадра, диапазоном перемещения и т. п.
NCU	Numerical Control Unit: аппаратный блок ЧПУ
NRK	Обозначение операционной системы ЧПУ
NST	Интерфейсный сигнал
NURBS	Non-Uniform Rational B-Spline
NV	Смещение нулевой точки
NX	Numerical Extension: модуль расширения осей

O	
OB	Организационный модуль в PLC
OEM	Original Equipment Manufacturer
OP	Operation Panel: панель оператора
OPI	Operation Panel Interface: подключение панели оператора
OPT	Options: опции
OLP	Optical Link Plug: разъем шины для световода
OSI	Open Systems Interconnection: взаимодействие открытых систем (сетевая архитектура)

P	
PAA	Образ процесса выходов
PAE	Образ процесса входов
PC	Personal Computer
PCIN	Имя программного обеспечения для обмена данными с СЧПУ
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association: стандартизация карт памяти
PCU	PC Unit: PC-Box (блок ВУ)
PG	Программатор
PKE	Идентификатор параметра: часть PKW
PKW	Идентификатор параметра: значение (часть параметрирования PPO)
PLC	Programmable Logic Control: контроллер
PN	PROFINET
PNO	Организация пользователей PROFIBUS
po	POWER ON
POE	Структурная единица программы
Pos	Позиция/позиционирование
POSMO A	Positioning Motor Actuator: позиционирующий двигатель
POSMO CA	Positioning Motor Compact AC: модуль привода в сборе со встроенным силовым и управляющим модулем, а также блоком позиционирования и программной памятью; питание переменным током
POSMO CD	Positioning Motor Compact DC: как CA, но питание постоянным током
POSMO SI	Positioning Motor Servo Integrated: позиционирующий двигатель; питание постоянным током
PPO	Parameter Prozessdaten Objekt ; циклическая телеграмма данных при передаче с PROFIBUS-DP и профилем "Электрические приводы с регулируемой скоростью"
PPU	Panel Processing Unit (центральный аппаратный компонент панельной СЧПУ, например, SINUMERIK 828D)
Profibus	Process Field Bus: последовательная шина данных
PRT	Тест программы
PSW	Программное управляющее слово
PTP	Point to Point: точка-точка
PUD	Program Global User Data: глобальные программные переменные пользователя
PZD	Данные процесса: компонент данных процесса PPO

Q	
QFK	Компенсация квадратных ошибок

R	
RAM	Random Access Memory: память для чтения и записи
Ref	Функция подвода в референтную точку
REPOS	Функция репозиционирования

R	
RISC	Reduced Instruction Set Computer: тип процессора с небольшим набором команд и быстрым прохождением команд
ROV	Rapid Override: входная коррекция
RP	R-параметр, предопределенная переменная пользователя
RPA	R-Parameter Active: Область памяти в ЧПУ для номеров R-параметров
RPY	Roll Pitch Yaw: тип вращения системы координат
RTLI	Rapid Traverse Linear Interpolation: линейная интерполяция при движении ускоренного хода
RTS	Request To Send: включение блока передачи, сигнал управления от последовательных интерфейсов данных
RTCP	Real Time Control Protocol

S	
SA	Синхронное действие
SBC	Safe Break Control: безопасное управление торможением
SBL	Single Block: отдельный кадр
SBR	Subroutine: подпрограмма (PLC)
SD	Установочные данные
SDB	Системный блок данных
SEA	Setting Data Active: обозначение (тип файла) для установочных данных
SERUPRO	Search-Run by Program Test: Поиск кадра через программный тест
SFB	Системный функциональный блок
SFC	System Function Call
SGE	Безопасно-ориентированный вход
SGA	Безопасно-ориентированный выход
SH	Безопасный останов
SIM	Single in Line Module
SK	Программная клавиша
SKP	Skip: функция для пропуска кадров программы обработки деталей
SLM	Синхронный линейный двигатель
SM	Шаговый электродвигатель
SMC	Sensor Module Cabinet Mounted
SME	Sensor Module Externally Mounted
SMI	Sensor Module Integrated
SPF	Main Program File: подпрограмма (ЧПУ)
SPS	Контроллер = PLC
SRAM	Статическая память (буферная)
SRK	Коррекция радиуса резцов
SRM	Синхронный вращающийся двигатель
SSFK	Компенсация погрешности ходового винта
SSI	Serial Synchron Interface: последовательный синхронный интерфейс
SSL	Поиск кадра
STW	Управляющее слово

S	
SUG	Окружная скорость круга
SW	ПО
SYF	System Files: системные файлы
SYNACT	Synchronized Action: Синхронное действие

T	
TB	Terminal Board (SINAMICS)
TCP	Tool Center Point: острие инструмента
TCP/IP	Transport Control Protocol / Internet Protocol
TCU	Thin Client Unit
TEA	Testing Data Active: идентификатор для машинных данных
TIA	Totally Integrated Automation
TM	Terminal Module (SINAMICS)
TO	Tool Offset: Коррекция инструмента
TOA	Tool Offset Active: обозначение (тип файла) для коррекций инструмента
Transmit	Transform Milling into Turning: трансформация координат для фрезерной обработки на токарном станке
TTL	транзисторные логические схемы со связями на транзисторах (тип интерфейса)
TZ	Технологический цикл

U	
UFR	User Frame: Смещение нулевой точки
UP	Подпрограмма
USB	Universal Serial Bus
USV	ИБП

V	
VDI	Внутренний коммуникационный интерфейс между ЧПУ и PLC
VDI	Союз немецких инженеров
VDE	Союз немецких электротехников
VI	Voltage Input
VO	Voltage Output
VSA	Привод подачи

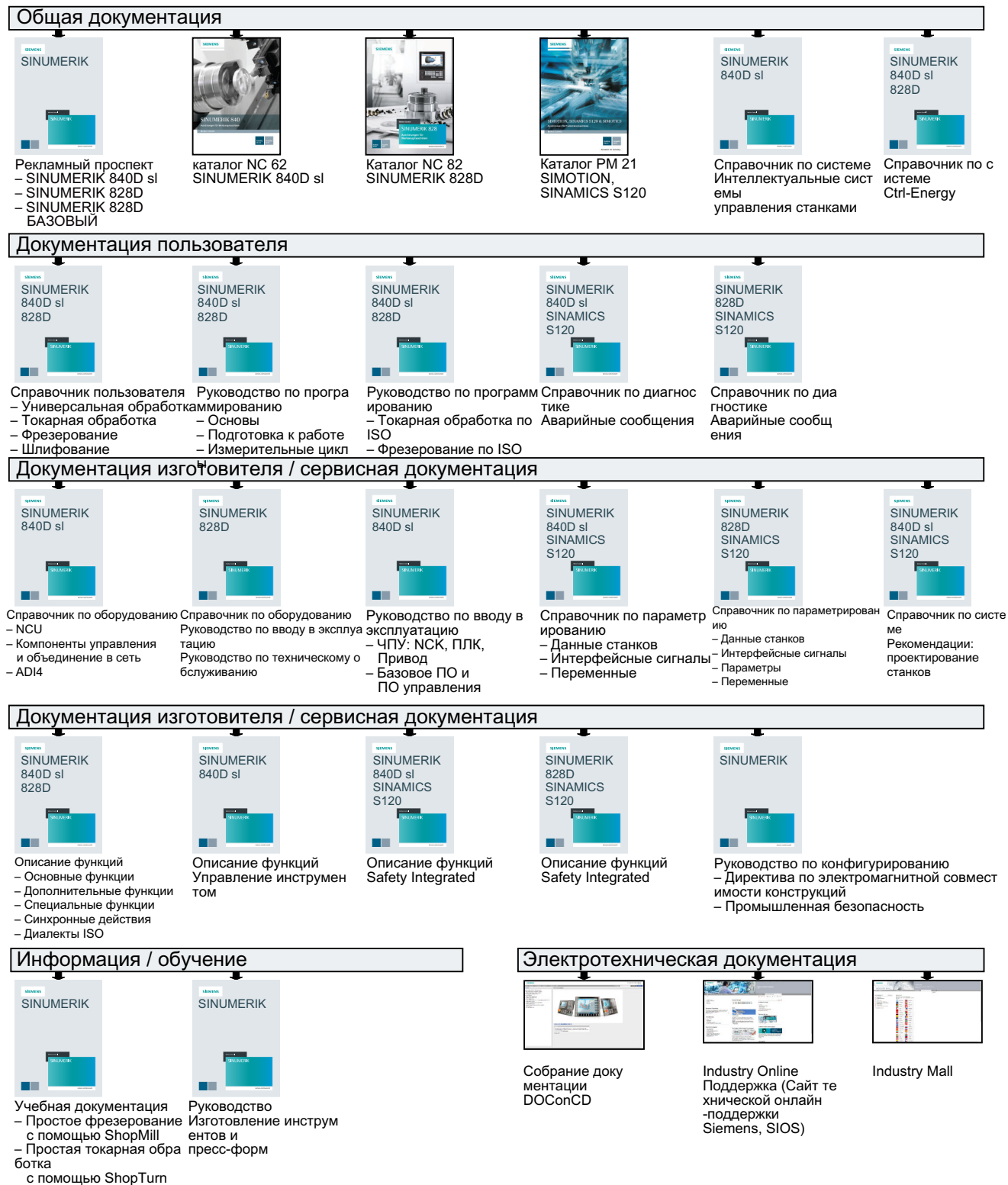
W	
WAB	Функция мягкого подвода и отвода (SAR)
WCS	Система координат детали
WKZ	Инструмент
WLK	Коррекция длины инструмента
WOP	программирование у производственного оборудования

W	
WPD	Work Piece Directory: директория детали
WRK	Коррекция радиуса инструмента (КРИ)
WZ	Инструмент
WZK	Коррекция инструмента
WZV	Управление инструментом
WZW	Смена инструмента

X	
XML	Extensible Markup Language

Z	
ZOA	Zero Offset Active: идентификатор для смещений нулевой точки
ZSW	Слово состояния (привода)

A.2 Обзор документации



Толковый словарь

CNC

См. -> ЧПУ

Computerized Numerical Control: охватывает компоненты → NC, → PLC, HMI, → COM.

CNC

См. -> ЧПУ

Computerized Numerical Control: охватывает компоненты → NC, → PLC, HMI, → COM.

COM

Компонент СЧПУ для осуществления и координации коммуникации.

CPU

Central Processor Unit, см. -> Контроллер

С-сплайн

С-сплайн это самый известный и наиболее распространенный сплайн. Переходы на опорных точках являются стабильными по касательной и кривизне. Используются полиномы 3-го порядка.

DRF

Differential Resolver Function: функция ЧПУ, создающая вместе в электронным маховичком инкрементальное смещение нулевой точки в автоматическом режиме.

HIGHSTEP

Система возможностей программирования для -> PLC системы AS300/AS400.

HW-Konfig

ПО SIMATIC S7 для конфигурирования и параметрирования аппаратных компонентов в рамках проекта S7.

JOG

Режим работы СЧПУ (отладочный режим): в режиме работы Jog может осуществляться отладка станка. Отдельные оси и шпиндели через клавиши направления могут

перемещаться в периодическом режиме. Прочими функциями режима работы Jog являются -> Реферирование, -> Repos и -> Preset (установка фактического значения).

KU

Передаточное отношение

KV

Коэффициент усиления контура, величина техники автоматического регулирования регулирующего контура

Look Ahead

С помощью функции **Look Ahead** посредством "опережения" на параметрируемое количество кадров перемещения достигается оптимальная скорость обработки.

MDA

Режим работы СЧПУ: Manual Data Automatic. В режиме MDA отдельные программные кадры или последовательности кадров могут вводиться без ссылки на главную или подпрограмму, и после этого сразу же выполняться через клавишу NC-Start.

NRK

Numeric Robotic Kernel (операционная система → NC)

NURBS

Управление движением и траекторная интерполяция со стороны СЧПУ осуществляются на основе NURBS (**N**on **U**niform **R**ational **B**-**S**plines). Тем самым внутри СЧПУ для всех интерполяций доступен единый метод.

OEM

Для изготовителей станка, которые хотят создавать свои собственные интерфейсы пользователя или внедрять специфические технологические функции в СЧПУ, предусмотрены свободные зоны для индивидуальных решений (приложения OEM).

PLC

Programmable Logic Control: → Контроллер. Компонент → ЧПУ: адаптивное управления для обработки логического контроля станка.

R-параметр

R-параметр, может устанавливаться и запрашиваться программистом → Программы обработки деталей для любых целей в программе.

V.24

Последовательный интерфейс для ввода/вывода данных. Через этот интерфейс могут загружаться и сохраняться управляющие программы, а также данные изготовителя и пользователя.

WinSCP

WinSCP это бесплатная открытая программа (Open Source) для Windows для передачи файлов.

Абсолютный размер

Указание цели движения оси через размер, относящийся к нулевой точке действующей в данный момент системы координат. См. также -> Составной размер.

Автоматика

Режим работы СЧПУ (режим последовательных кадров по DIN): Режим работы для систем ЧПУ, в котором включается и последовательно выполняется -> Программа обработки деталей.

Адрес

Адрес это обозначение для определенных операндов или области операндов, к примеру, вход, выход и т.д.

Адрес оси

См. → Имя оси

Архивация

Выгрузка данных и/или директорий на **внешнее ЗУ**.

Асинхронная подпрограмма

Программа, которая может запускаться асинхронно (независимо) от актуального состояния программы через сигнал прерываний (к примеру, сигнал "быстрый вход ЧПУ").

Базовая кинематическая система

Декартова система координат через трансформацию отображается на систему координат станка.

В -> Программе обработки деталей программист использует имена осей базовой кинематической системы. Она существует, если нет активной -> Трансформации, параллельно -> Системе координат станка. Отличие состоит в → именах осей.

Базовая ось

Ось, заданное и фактическое значение которой используются для вычисления значения компенсации.

Блок

Блоком называются все файлы, которые необходимы для создания и обработки программы.

Блок ТОА

Каждая → Область ТОА может содержать несколько блоков ТОА. Число макс. возможных блоков ТОА ограничивается через макс. число активных → Каналов. Один блок ТОА включает один блок данных инструмента и один блок данных магазина. Дополнительно может быть включен еще один блок данных инструментального суппорта (опция).

Блок данных

1. Блок данных -> PLC, к которому могут обращаться -> Программы HIGHSTEP.
2. Единица данных -> ЧПУ: Блоки данных содержат определения для глобальных данных пользователя. Данные могут подвергаться прямой инициализации при определении.

Буферная батарея

Буферная батарея обеспечивает энергонезависимое сохранение -> Программы пользователя в -> CPU и постоянное сохранение определенных областей данных и меток, таймеров и счетчиков.

Быстрые цифровые входы/выходы

Через цифровые входы, к примеру, могут запускаться быстрые программы ЧПУ (обработчики прерываний). Через цифровые выходы ЧПУ могут запускаться быстрые, управляемые программой функции комбинационной логики.

Быстрый отвод от контура

При возникновении прерывания через программу обработки ЧПУ может быть запущено движение, которое позволяет быстро отвести инструмент от обрабатываемого в данный момент контура детали. Дополнительно могут быть спараметрированы угол отвода и значение пути. После быстрого отвода дополнительно может быть выполнен обработчик прерываний.

Ведомая ось

Ведомая ось это → Ось Gantry, заданная позиция которой всегда является производной от движения перемещения → Ведущей оси и тем самым она перемещается синхронно. С точки зрения оператора и программиста ведомая ось "отсутствует".

Ведущая ось

Ведущая ось это → Ось Gantry, которая, с точки зрения оператора и программиста, присутствует на станке и поэтому может управляться как обычная ось ЧПУ.

Винтовая интерполяция

Винтовая интерполяция особенно подходит для простого изготовления внутренних или наружных резьб с помощью профильных фрез и для фрезерования смазочных канавок.

При этом винтовая линия составляется из двух движений:

- Круговое движение в плоскости
- Линейное движение вертикально к этой плоскости.

Внешнее смещение нулевой точки

Заданное с → PLC смещение нулевой точки.

Вращение

Компонент → Фрейма, который определяет поворот системы координат на определенный угол.

Вспомогательные функции

С помощью вспомогательных функции в → Программах обработки деталей на → PLC могут передаваться → Параметры, которые запускают там определенные изготовителем станка реакции.

Вспомогательный кадр

Вводимый "N" кадр с информацией по рабочей операции, к примеру, с указанием позиции.

Высокоуровневый язык программирования ЧПУ

Высокоуровневый язык служит для записи программ для ЧПУ, → синхронных действий и → циклов. Он предлагает: Управляющие структуры, → Определенные пользователем переменные, → Системные переменные, → Технику макросов.

Геометрическая ось

Гео-оси образуют 2- или 3-мерную → Систему координат детали, в которой в → Программах обработки деталей программируется геометрия детали.

Геометрия

Описание -> Детали в -> Системе координат детали.

Главная программа

Наименование "Главная программа" относится к тому времени, когда существовало жесткое разделение программы обработки детали на главную и → Подпрограммы. Такого жесткого разделения в современном языке ЧПУ SINUMERIK больше нет. В принципе, любая программа обработки детали может быть выбрана и запущена в канале. После она выполняется на → Программном уровне 0 (уровень главной программы). В главной программе другие программы обработки детали или → Циклы могут вызываться как подпрограммы

Главный кадр

Вводимый через ":" кадр, содержащий все данные, необходимые для запуска процесса работы в → Программе обработки деталей.

Граница точного останова

При достижении всеми траекторными осями их границы точного останова, СЧПУ ведет себя так, как будто оно точно достигло заданной точки. Осуществляется переключение кадра -> Программы обработки деталей.

Группа режимов работы (ГРР)

Технологически связанные оси и шпиндели могут быть объединены в группу режимов работы (ГРР). Оси/шпиндели одной ГРР могут управляться из одного или нескольких → Каналов. С каналами ГРР всегда согласован один и тот же -> Режим работы.

Деталь

Создаваемая/обрабатываемая на станке часть.

Диагностика

1. Область управления СЧПУ
2. СЧПУ имеет как программу самодиагностики, так и средства тестирования для сервисных целей: индикации состояния, ошибок и сервисные индикации.

Диапазон перемещения

Максимальный допустимый диапазон перемещения для линейных осей составляет ± 9 декад. Абсолютное значение зависит от выбранной дискретности ввода и управления положением и системы единиц (дюймовая или метрическая).

Дюймовая система единиц

Система единиц, определяющая расстояния в дюймах и их долях.

Заготовка

Часть, с которой начинается обработка детали.

Загрузка

Загрузка системной программы после Power On.

Защищенное пространство

Трехмерное пространство внутри → Рабочего пространства, куда не должно заходить острие инструмента.

Значение компенсации

Разница между измеренной датчиком позицией оси и желаемой, запрограммированной позицией оси.

Идентификатор

Слова по DIN 66025 через идентификаторы (имена) для переменных (R-переменные, системные переменные, переменные пользователя), для подпрограмм, для кодовых слов и слов расширяются несколькими буквами адреса. Значение этих расширений идентично словам в структуре кадра. Идентификаторы должны быть однозначными. Один и тот же идентификатор не может использоваться для различных объектов.

Изгиб

Изгиб k контура это обратная величина радиуса r прилегающей окружности в точке контура ($k = 1/r$).

Имя оси

Для однозначной идентификации все оси канала и → оси станка СЧПУ должны получить оригинальные для канала или СЧПУ имена. → геометрические оси обозначаются с X, Y, Z. Вращающиеся вокруг гео-осей → круговые оси обозначаются с A, B, C.

Инструмент

Действующий компонент станка, отвечающая за обработку (к примеру, токарный резец, фреза, сверло, луч лазера).

Интерполятор

Логическая единица → NC, которая после указания заданного конечного положения в программе обработки деталей определяет промежуточные значения для движений, проходимых отдельными осями.

Интерполяционная компенсация

С помощью интерполяционных компенсаций, таких как → компенсация погрешности шага винта, прогиба, угловатости и температуры, компенсируются механические ошибки станка.

Интерфейс управления

Интерфейс управления (BOF) это среда индикации СЧПУ в форме дисплея. Он образуется горизонтальными и вертикальными программными клавишами.

Кадр программы обработки детали

Часть → Программы обработки деталей, ограниченная переходом на новую строку. Различаются → Главные кадры и → Вспомогательные кадры.

Канал

Свойством канала является его способность выполнять → Программу обработки детали, независимо от других каналов. Канал осуществляет эксклюзивное управление согласованными с ним осями и шпинделями. Процессы программы обработки детали различных каналов могут координироваться через → Синхронизацию.

Канал обработки

Благодаря канальной структуре через параллельные процессы движения может сокращаться вспомогательное время, к примеру, перемещения портала загрузки синхронно с обработкой. Канал ЧПУ при этом рассматривается как своя СЧПУ с декодированием, подготовкой кадра и интерполяцией.

Кодовые слова

Слова с фиксированным написанием, которые имеют в языке программирования для - > Программ обработки деталей определенное значение.

Кодовый переключатель

Кодовый переключатель на -> Станочном пульте имеет 4 позиции, которым операционной системой СЧПУ присвоены функции. Кроме этого, к кодовому переключателю относятся три ключа разного цвета, которые могут выниматься в указанных позициях.

Компенсация квадрантных ошибок

Ошибки контура на квадрантных переходах, возникающие из-за переменных соотношений трения на направляющих, могут быть практически устранены благодаря компенсации квадрантных ошибок. Параметрирование компенсации квадрантных ошибок осуществляется через круговой тест.

Компенсация люфта

Компенсация механического люфта станка, к примеру, обратного люфта у шариковинтовых пар. Для каждой оси компенсация люфта может вводиться отдельно.

Компенсация погрешности ходового винта

Компенсация механических неточностей участвующей в подаче шариковинтовой пары через СЧПУ на основе имеющихся измеренных величин отклонения.

Контроллер

Контроллеры (SPS) это электронные управления, функция которых сохранена как программа в устройстве управления. Таким образом, конструкция и проводка прибора не зависят от функции СЧПУ. Контроллер имеет структуру ВУ; он состоит из CPU (центральный модуль) с памятью, модулей ввода/вывода и внутренней шинной системы. Периферийные устройства и язык программирования соответствуют требованиям техники автоматического управления.

Контроль контура

В качестве меры точности контура контролируется погрешность запаздывания в пределах определенного диапазона допуска. Недопустимо высокая погрешность запаздывания может возникнуть, к примеру, из-за перегрузки привода. В этом случае сигнализируется ошибка и оси останавливаются.

Контур

Очертания -> Детали

Контур готовой детали

Контур детали после завершения обработки. См. -> Заготовка.

Контур детали

Заданный контур создаваемой/обрабатываемой -> Детали.

Коррекция инструмента

Учет размеров инструмента при вычислении траектории.

Коррекция радиуса инструмента

Для прямого программирования желаемого -> Контура детали СЧПУ, с учетом радиуса используемого инструмента, должна перемещаться по эквидистантной траектории к запрограммированному контуру (G41/G42).

Коррекция радиуса резцов

При программировании контура за основу берется острый инструмент. Так как это не может быть реализовано на практике, то радиус изгиба используемого инструмента сообщается СЧПУ и учитывается ей. При этом центр изгиба, смещенный на радиус изгиба, ведется эквидистантно вокруг контура.

Круговая интерполяция

-> Инструмент должен двигаться между установленными точками контура с заданной подачей по кругу, обрабатывая при этом деталь.

Круговая ось

Круговые оси вызывают поворот детали или инструмента в заданное угловое положение.

Линейная интерполяция

Инструмент перемещается по прямой к заданной точке, обрабатывая при этом деталь.

Линейная ось

Линейная ось это ось, которая, в отличие от круговой оси, описывает прямую.

Масса

Массой называется совокупность всех связанных между собой пассивных частей оборудования, которые и в случае ошибки не принимают опасного контактного напряжения.

Масштабирование

Компонент -> Фрейма, вызывающий специфическое для осей изменение масштаба.

Метрическая измерительная система

Нормированная система единиц: для длин, к примеру, мм (миллиметр), м (метр).

Метрическое и дюймовое указание размера

В программе обработки значения позиций и шага могут быть запрограммированы в дюймах. Независимо от программируемого указания размера (G70/G71) СЧПУ настраивается на основную систему.

Наклонная обработка

Сверлильные и фрезеровальные обработки на деталях, находящихся не в плоскости координат станка, могут осуществляться с поддержкой функции "наклонная обработка".

Нарезание внутренней резьбы без компенсирующего патрона

С помощью этой функции можно нарезать внутреннюю резьбу без компенсационного патрона. Благодаря интерполирующему перемещению шпинделя в качестве круговой оси и оси сверления резьба нарезается точно до конечной глубины сверления, к примеру, глухая резьба (условие: осевой режим шпинделя).

Нулевая точка детали

Нулевая точка детали образует исходную точку для → Системы координат детали. Она определяется через расстояния до → Нулевой точки станка.

Нулевая точка станка

Фиксированная точка станка, к которой могут быть привязаны все (зависимые) системы измерения.

Область ТОА

Область ТОА включает в себя все данные инструментов и магазинов. Стандартно эта область касательно диапазона действия совпадает с областью → Канал. Но через машинные данные может быть установлено, что несколько каналов используют один → Блок ТОА, таким образом, этим каналам доступны общие данные управления инструментом.

Обработчик прерываний

Обработчики прерываний это специальные → Подпрограммы, которые могут запускаться событиями (внешними сигналами) из процесса обработки. Находящийся в обработке кадр программы обработки деталей отменяется, позиция прерывания осей автоматически сохраняется.

Обратная по времени подача

Вместо скорости подачи для движения оси может быть запрограммировано и время, необходимо для хода траектории одного кадра (G93).

Ограничение рабочего поля

С помощью ограничения рабочего поля в дополнение к конечным выключателям можно ограничить диапазон перемещения осей. На ось возможна пара значений для описания защищенного рабочего пространства.

Оперативная память

Оперативная память это память RAM в -> CPU, к которой обращается процессор при обработке программы пользователя.

Определение переменных

Определение переменных включает в себя определение типа данных и имени переменной. С помощью имени переменной может осуществляться обращение к значению переменной.

Определенная пользователем переменная

Пользователь для любого использования в -> Программе обработки детали или блоке данных (глобальные данные пользователя) может согласовывать определенные пользователем переменные. Определение включает указание типа данных и имя переменной. См. -> Системная переменная.

Ориентированный останов шпинделя

Останавливает шпиндель изделия в заданном угловом положении, чтобы, к примеру, осуществить дополнительную обработку в определенном месте.

Оси

Оси ЧПУ, в соответствии с объемом их функций, подразделяются следующим образом:

- Оси: интерполирующие траекторные оси
- Вспомогательные оси: не интерполирующие оси подачи и позиционирующие оси специфической для оси подачи. Вспомогательные оси не участвуют в самом процессе обработки, к примеру, подача инструмента, инструментальный магазин.

Оси станка

Физически существующие оси станка.

Ось С

Ось, вокруг которой осуществляется управляемое движение вращения и позиционирование с помощью шпинделя изделия.

Ось закругления

Оси округления вызывают поворот детали или инструмента в угловое положение, соответствующее делительному растру. При достижении растра ось округления находится "в позиции".

Ось компенсации

Ось, заданное и фактическое значение которой модифицируется через значение компенсации.

Отражение

При отражении меняются знаки значений координат контура относительно оси. Отражение может осуществляться одновременно относительно нескольких осей.

Ошибки

Все -> Сообщения и ошибки показываются на пульте оператора текстом с датой, временем и соответствующим символом для критерия стирания. Индикация осуществляется отдельно по ошибкам и сообщениям.

1. Ошибки и сообщения в программе обработки детали
Ошибки и сообщения могут индексироваться текстом непосредственно из программы обработки детали.
2. Ошибки и сообщения PLC
Ошибки и сообщения могут индексироваться текстом непосредственно из программы PLC. Дополнительных пакетов функциональных блоков для этого не требуется.

Память загрузки

Память загрузки у CPU 314 -> SPS идентична -> Оперативной памяти.

Память коррекций

Область данных в СЧПУ, в которой сохраняются данные коррекции инструмента.

Память пользователя

Все программы и данные, как то программы обработки деталей, подпрограммы, комментарии, коррекции инструмента, смещения нулевой точки/фреймы, а также каналные и программные данные пользователя могут сохраняться в общей памяти ЧПУ пользователя.

Периферийный модуль

Периферийные модули создают соединение между CPU и процессом.

Периферийными модулями являются:

- -> Цифровые модули ввода/вывода
- -> Аналоговые модули ввода/вывода
- → Модули симулятора

Подача по траектории

Подача по траектории действует на -> Траекторные оси. Она представляет собой геометрическую сумму подача участвующих -> Геометрических осей.

Подвод к фиксированной точке

Станки могут осуществлять определенный подвод к фиксированным точкам, как то точка смены инструмента, точка загрузки, точка смены палет и т.п. Координаты этих точек зафиксированы в СЧПУ. СЧПУ перемещает соответствующие оси, если возможно, -> Ускоренным ходом.

Подпрограмма

Наименование "Подпрограмма" относится к тому времени, когда существовало жесткое разделение программы обработки детали → на Главную и подпрограммы. Такого жесткого разделения в сегодняшнем языке ЧПУ SINUMERIK больше нет. В принципе, любая программа обработки детали или любой → Цикл могут быть вызваны в другой программе обработки детали как подпрограмма. После она выполняется на следующем → Программном уровне (x+1) (уровень подпрограмма (x+1)).

Позиционирующая ось

Ось, выполняющая вспомогательное движение на станке. (к примеру, инструментальный магазин, транспортировка палет). Позиционирующие оси это оси, которые не выполняют интерполяции с -> Траекторными осями.

Поиск кадра

Для тестирования программ обработки деталей или после отмены обработки с помощью функции "Поиск кадра" может быть выбрано любое место в программе обработки деталей, с которого обработка должна быть запущена или продолжена.

Полиномиальная интерполяция

С помощью полиномиальной интерполяции могут создаваться различные ходы кривой, как то **прямолинейная, параболическая, степенная функции** (SINUMERIK 840D sl).

Полярные координаты

Система координат, определяющая положение точки в плоскости через ее расстояние до нулевой точки и угол, который образует вектор радиуса с определенной осью.

Предельное число оборотов

Максимальное/минимальное число оборотов (шпинделя): Через задачу машинных данных, -> PLC или -> Установочных данных максимальное число оборотов шпинделя может быть ограничено.

Предсовпадение

Смена кадра уже при приближении ходом траектории к конечной позиции на заданную дельту.

Предуправление, динамическое

Неточности → Контура, обусловленные ошибками запаздывания, могут быть практически полностью устранены через динамическое, зависимое от ускорения предупреждение. Благодаря этому, даже при высоких → Скоростях движения по траектории, получается отличная точность обработки. Включение и выключение предупреждения возможно спец. для оси через → Программу обработки детали.

Привод

Привод это модуль ЧПУ, выполняющий управление числом оборотов и моментами на основе данных с ЧПУ.

Программа обработки детали

Последовательность операторов на ЧПУ, которые вместе способствуют созданию определенной → Детали. Также и осуществление определенной обработки на имеющейся → Заготовке.

Программа передачи данных PCIN

PCIN это вспомогательная программа для отправки и получения данных пользователя ЧПУ через последовательный интерфейс, к примеру, программ обработки деталей, коррекции инструмента и т.п. Программа PCIN может работать под MS-DOS на стандартных промышленных ПК.

Программа пользователя

Программы пользователя для систем автоматизации S7-300 создаются с помощью языка программирования STEP 7. Программа пользователя имеет модульную структуру и состоит из отдельных блоков.

Основными типами блоков являются:

- Блоки кода
Эти блоки содержат команды STEP 7.
- Блоки данных
Эти блоки содержат постоянные и переменные для программы STEP 7.

Программирование PLC

PLC программируется с помощью ПО **STEP 7**. ПО программирования STEP 7 основывается на стандартной операционной системе **WINDOWS** и включает в себя функции программирования STEP 5 с новейшими разработками.

Программируемое ограничение рабочего поля

Ограничение зоны движения инструмента до определенной через запрограммированные ограничения зоны.

Программируемые фреймы

С помощью программируемых -> Фреймов в ходе выполнения программы обработки деталей может осуществляться динамическое определение новых исходных точек системы координат. Различается абсолютное определение на основе нового фрейма и аддитивное определение с ссылкой на существующую исходную точку.

Программная клавиша

Клавиша, надпись которой представляется в поле на дисплее и динамически изменяется в зависимости от актуальной ситуации управления. Функциональные клавиши со свободным присвоением функции (программные клавиши) согласуются с определенными на программном уровне функциями.

Программная память PLC

SINUMERIK 840D sl: В памяти пользователя PLC сохраняются программа электроавтоматики и данные пользователя вместе с главной программой PLC.

Программные конечные выключатели

Программные конечные выключатели ограничивают диапазон перемещения оси и предотвращают наезд салазок на аппаратные конечные выключатели. На ось могут задаваться 2 пары значений, которые могут активироваться отдельно через -> PLC.

Программный блок

Программные блоки содержат главные и подпрограммы -> Программ обработки детали.

Программный код

Символы и последовательность символов, имеющие в языке программирования для → Программ обработки деталей определенное значение.

Программный уровень

Запущенная в канале программа обработки детали выполняется как → Главная программа на программном уровне 0 (уровень главной программы). Любая вызванная в главной программе программа обработки детали выполняется как → Подпрограмма на собственном программном уровне 1 ... n.

Промежуточные кадры

Движения перемещения с выбранной → Коррекцией инструмента (G41/G42) могут прерываться ограниченным количеством промежуточных кадров (кадры без осевых движений в плоскости коррекции), при этом коррекция инструмента может вычисляться корректно. Допустимое количество промежуточных кадров, предварительно считываемых СЧПУ, может устанавливаться через системные параметры.

Процентовка

Ручная или программируемая возможность вмешательства, позволяющая оператору осуществлять наложение запрограммированных подач или числа оборотов, чтобы согласовать их с определенной деталью или материалом.

Процентовка подачи

На запрограммированную скорость накладывается актуальная установка скорости через → Станочный пульт или от → PLC (0-200%). Скорость подачи может дополнительно корректироваться в программе обработки через программируемый процентный коэффициент (1-200%).

Рабочее пространство

Трехмерное пространство, в которое может входить острие инструмента на основании конструкции станка. См. → Защищенное пространство.

Размер шага

Указание длин пути перемещения через количество инкрементов (размер шага). Количество инкрементов может сохраняться как → Установочные данные или выбираться через клавиши с соответствующими надписями 10, 100, 1000, 10000.

Редактор

Редактор обеспечивает создание, изменение, дополнение, соединение и вставку программ/текстов/кадров программы.

Режим работы

Концепция работы СЧПУ SINUMERIK. Определены режимы работы -> Jog, -> MDA, -> Автоматический.

Режим управления траекторией

Целью режима управления траекторией является недопущение сильного торможения → Траекторных осей на границах кадров программы обработки деталей и переход в следующий кадр по возможности с равномерной скоростью движения по траектории.

Референтная точка

Точка станка, к которой относится система измерения -> Осей станка.

Сеть

Сеть это соединение нескольких S7-300 и других оконечных устройств, к примеру, программаторов, через -> Соединительный кабель. Через сеть осуществляется обмен данными между подключенными устройствами.

Синхронизация

Операторы в -> Программах обработки деталей для координации процессов в различных -> Каналах в определенных местах обработки.

Синхронные действия

1. Вывод вспомогательной функции
При обработке детали из программы ЧПУ могут выводиться технологические функции (-> Вспомогательные функции) на PLC. Через эти вспомогательные функции осуществляется, к примеру, управление дополнительными устройствами станка, к примеру, пинолью, захватом, зажимным патроном и т.п.
2. Быстрый вывод вспомогательных функций
Для критических по времени функций переключения могут быть минимизированы времена квитирования для -> Вспомогательных функций и исключаются ненужные точки остановки в процессе обработки.

Синхронные оси

Для хода синхронных осей требуется то же время, что и для хода геометрических осей по траектории.

Система координат

См. -> Система координат станка, -> Система координат детали

Система координат детали

Исходная точка системы координат детали находится в
-> Нулевой точке детали. При программировании в системе координат детали размеры и направления относятся к этой системе.

Система координат станка

Система координат, относящаяся к осям станка.

Системная память

Системная память это память в CPU, в которой сохраняются следующие данные:

- данные, необходимые для операционной системы
- Операнды таймеры, счетчики, меркеры

Системная переменная

Переменная, существующая без вмешательства программиста -> Программы обработки деталей. Она определена через тип данных и имя переменной, которое вводится символом \$. См. -> Определенные пользователем переменные.

Скорость движения по траектории

Максимальная программируемая скорость движения по траектории зависит от дискретности ввода. При разрешении, к примеру, 0,1 мм максимальная программируемая траекторная скорость движения по траектории составляет 1000 м/мин.

Скорость передачи данных

Скорость при передаче данных (бит/сек).

Слово данных

Единица данных размером в два байта внутри -> Блока данных.

Смещение нулевой точки

Указание новой исходной точки для системы координат через отношение к существующей нулевой точке и -> Фрейм.

1. Устанавливаемое
Доступно проектируемое количество устанавливаемых смещений нулевой точки для каждой оси ЧПУ. Включаемые через команды G смещения действуют альтернативно.
2. Внешнее
В дополнение ко всем смещениям, определяющим положение нулевой точки детали, возможно наложение внешнего смещения нулевой точки через маховичок (смещение DRF) или с PLC.
3. Программируемое
С помощью оператора TRANS для всех траекторных и позиционирующих осей могут программироваться смещения нулевой точки.

Сообщения

Все запрограммированные в программе обработки детали сообщения и определенные системой -> Ошибки показываются на пульте оператора текстом с датой, временем и соответствующим символом для критерия стирания. Индикация осуществляется отдельно по ошибкам и сообщениям.

Составной размер

Также инкрементальный размер: указание цели движения оси через проходимые участки пути и направление относительно уже достигнутой точки. См. -> Абсолютный размер.

Сплайн-интерполяция

С помощью сплайн-интерполяции СЧПУ может создать ровный ход кривой из малого количества заданных опорных точек заданного контура.

Стандартные циклы

Для часто повторяющихся задач обработки имеются стандартные циклы:

- Для сверлильной/фрезерной технологии
- Для токарной технологии

В области управления "Программа" в меню "Поддержка циклов" перечислены доступные циклы. После выбора желаемого цикла обработки необходимые параметры для присвоения значений показываются текстом.

Станочный пульт

Пульт оператора станка с элементами управления, клавишами, поворотными выключателями и т.д. и простыми элементами индикации, как то LED. Они служат для непосредственного управления станком через PLC.

Стирание до первичного состояния

При стирании до первичного состояния стираются следующие области памяти -> CPU:

- --> Оперативная память
- область записи/чтения -> Памяти загрузки
- -> Системная память
- -> Резервная память

Таблица компенсаций

Таблица опорных точек. Она дает значения компенсации оси компенсации для выбранных позиций базовой оси.

Текстовый редактор

См. -> Редактор

Техника макросов

Комбинация нескольких операторов под одним идентификатором. Идентификатор представляет в программе набор связанных операторов.

Точный останов

При запрограммированном операторе точного останова осуществляться точный и при необходимости очень медленный подвод к указанной в кадре позиции. Для уменьшения времени сближения для ускоренного хода и подачи определяются
-> Границы точного останова.

Траекторная ось

Траекторными осями являются все оси обработки -> Канала, управляемые -> Интерполятором таким образом, что они одновременно запускаются, ускоряются, останавливаются и достигают конечной точки.

Трансформация

Аддитивное или абсолютное смещение нулевой точки оси.

Управление программой обработки детали

Управление программой обработки деталей может быть организовано по -> Деталям. Количество управляемых программ и данных зависит от объема памяти пользователя. Каждому файлу (программе и данным) может быть присвоено имя из макс. 24-ти алфавитно-цифровых символов.

Управление скоростью

Для достижения приемлемой скорости перемещения при движениях перемещения на очень маленькие значения в кадре может быть установлена опережающая обработка на несколько кадров (-> Look Ahead).

Ускорение с ограничением рывка

Для получения оптимальной характеристики ускорения на станке при одновременном щадящем воздействии на механику в программе обработки можно переключаться между скачкообразным ускорением и постоянным (плавным) ускорением.

Ускоренный ход

Самая быстрая скорость перемещения оси. Она используется, к примеру, для подвода инструмента из состояния покоя к -> Контуру детали или отвода от контура детали. Скорость ускоренного хода устанавливается спец. для станка через машинные данные.

Установочные данные

Данные, сообщающие свойства станка способом, определенным через системное ПО, на ЧПУ.

Фиксированная точка станка

Однозначно определенная через станок точка, к примеру, референтная точка станка.

Фрейм

Фрейм представляет собой правило вычисления, переводящее одну декартову систему координат в другую декартову систему координат. Фрейм содержит компоненты -> Смещение нулевой точки, -> Вращение, -> Масштабирование, -> Отражение.

Функции безопасности

СЧПУ имеет постоянно активные контроли, которые заранее распознают сбои в -> ЧПУ, контроллере (-> PLC) и на станке, что практически исключает повреждения детали, инструмента или станка. В случае сбоя процесс обработки прерывается и приводы останавливаются, причина сбоя сохраняется и показывается как ошибка. Одновременно на PLC сообщается, что имеет место ошибка ЧПУ.

Циклы

Защищенные подпрограммы для исполнения повторяющегося процесса обработки на -> Детали.

ЧПУ

Компонент → ЧПУ, который выполняет → программы обработки деталей и координирует процессы движения станка.

Указатель

\$

\$AA_ACC, 135
\$AA_FGREF, 116
\$AA_FGROUP, 116
\$AA_G0MODE, 193
\$AC_F_TYPE, 151
\$AC_FGROUP_MASK, 116
\$AC_FZ, 151
\$AC_S_TYPE, 100
\$AC_STOLF, 195
\$AC_SVC, 100
\$AC_TOFF, 89
\$AC_TOFFL, 89
\$AC_TOFFR, 89
\$AN_LANGUAGE_ON_HMI, 597
\$P_AEP, 299
\$P_APDV, 299
\$P_APR, 299
\$P_F_TYPE, 151
\$P_FGROUP_MASK, 117
\$P_FZ, 151
\$P_GWPS, 107
\$P_S_TYPE, 100
\$P_STOLF, 195
\$P_SVC, 100
\$P_TOFF, 89
\$P_TOFFL, 89
\$P_TOFFR, 89
\$P_WORKAREA_CS_COORD_SYSTEM, 386
\$P_WORKAREA_CS_LIMIT_MINUS, 387
\$P_WORKAREA_CS_LIMIT_PLUS, 387
\$P_WORKAREA_CS_MINUS_ENABLE, 386
\$P_WORKAREA_CS_PLUS_ENABLE, 386
\$PA_FGREF, 116
\$PA_FGROUP, 117
\$TC_TP_MAX_VELO, 97

A

AC, 159
ACC, 134
ACN, 166
ACP, 166
ADIS, 318
ADISPOS, 318

ALF

для быстрого отвода при
резьбонарезании, 243

AMIRROR, 355

ANG, 223

ANG1, 223

ANG2, 223

AP, 186

AR

Программирование окружности, 204

AROT, 340

AROTS, 347

ASCALE, 351

ATRANS, 333

B

BKS, 30

BNS, 32

C

CALCPOSI, 385

CDOF, 303

CDOF2, 303

CDON, 303

CFC, 140

CFIN, 140

CFTCP, 140

CHF, 260

CHR, 260

CIP, 208

CORROF, 364

CR, 202

CROTS, 347

CT, 210

CUT2D, 305

CUT2DD, 305

CUT2DF, 305

CUT2DFD, 305

CUTCONOF, 309

CUTCONON, 309

D

D..., 81

D0, 81

DAC, 174

DC, 166
 DIACYCOFA, 174
 DIAM90, 172
 DIAM90A, 174
 DIAMCHAN, 174
 DIAMCHANA, 174
 DIAMCYCOF, 172
 DIAMOF, 172
 DIAMOFA, 174
 DIAMON, 172
 DIAMONA, 174
 DIC, 174
 DILF, 243
 DIN 66217, 28
 DISC, 284
 DISCL, 288
 DISR, 288
 DISRP, 288
 DITE, 241
 DITS, 241
 DRFOF, 368

E

ENS, 33

F

F...
 для подачи, 109
 при линейной интерполяции, 196
 при резьбонарезании G34 G35, 239
 FA, 129
 FAD, 288
 FB, 146
 FD, 136
 FDA, 136
 FGREF, 109
 FGROUП, 109
 FL, 109
 FMA, 143
 FP, 390
 FPR, 129
 FPRAOF, 129
 FPRAON, 129
 FRC, 260
 FRCM, 260

G

G1, 196

G110, 185
 G111, 185
 G112, 185
 G140, 288
 G141, 288
 G142, 288
 G143, 288
 G147, 288
 G148, 288
 G153
 отключить для фрейма, 363
 при смещении нулевой точки, 153
 G17, 156
 G18, 156
 G19, 156
 G2, 199
 G247, 288
 G248, 288
 G25
 Ограничение рабочего поля, 382
 Ограничение скорости шпинделя, 108
 G26
 Ограничение рабочего поля, 382
 Ограничение скорости шпинделя, 108
 G3, 199
 G33, 233
 G335, 247
 G336, 247
 G34, 239
 G340, 288
 G341, 288
 G347, 288
 G348, 288
 G35, 239
 G4, 399
 G40, 267
 G41, 267
 G42, 267
 G450, 284
 G451, 284
 G460, 299
 G461, 299
 G462, 299
 G500
 при смещении нулевой точки, 153
 G505 ... G599, 153
 G53
 отключить для фрейма, 363
 при смещении нулевой точки, 153
 G54 ... G57, 153
 G58, 337
 G59, 337

G60, 315
 G601, 315
 G602, 315
 G603, 315
 G64, 318
 G641, 318
 G642, 318
 G643, 318
 G644, 318
 G645, 318
 G70, 168
 G700, 168
 G71, 168
 G710, 168
 G74, 389
 G75, 390
 G9, 315
 G90, 159
 G91, 161
 G93, 109
 G94, 109
 G95, 109
 G96, 101
 G961, 101
 G962, 101
 G97, 101
 G971, 101
 G972, 101
 G973, 101
 GFRAME0 ... GFRAME100, 370
 GWPSOF, 107
 GWPSON, 107
 G-команды
 Обзор групп, 537

I

I...
 при круговой интерполяции, 199
 при резьбонарезании G33, 233
 при резьбонарезании G34 G35, 239
 IC, 161
 INVCCW, 218
 INVCW, 218
 IR, 247

J

J...
 при круговой интерполяции, 199
 при резьбонарезании G34 G35, 239

JR, 247

K

K...
 при круговой интерполяции, 199
 при резьбонарезании G33, 233
 при резьбонарезании G34 G35, 239
 KONT, 277
 KONTC, 277
 KONTT, 277
 KR, 247

L

LF, 42
 LFOF, 243
 LFON, 243
 LFPOS, 243
 LFTXT, 243
 LFWP, 243
 LIMS, 101
 Line Feed, 43
 Link
 Lead-Link-ось, 411
 -оси, 409
 LookAhead, 322

M

M..., 375
 M0, 375
 M1, 375
 M19
 при позиционировании шпинделя, 123
 Функции M, 375
 M2, 375
 M3, 91
 M4, 91
 M40, 375
 M41, 375
 M42, 375
 M43, 375
 M44, 375
 M45, 375
 M5, 91
 M6, 61
 M70, 123
 MD10240, 170
 MD10260, 168
 MD10651, 248

MD10710, 242
MIRROR, 355
MSG, 379

N

NORM, 277

O

OFFN, 267
OVR, 133
OVRA, 133
OVRRAP, 133

P

PAROT, 360
PAROTOF, 360
PLC
 -оси, 408
PM, 288
POLF
 для быстрого отвода при
 резьбонарезании, 243
POLFMASK
 для быстрого отвода при
 резьбонарезании, 243
POLFMLIN
 для быстрого отвода при
 резьбонарезании, 243
Pos, 118
POSA, 118
POSP, 118
PR, 288

Q

Qu, 373

R

RAC, 174
RIC, 174
RND, 260
RNDM, 260
ROT, 340
ROTS, 347
RP, 186
RPL, 340

S

S, 91
SCALE, 351
SCC, 101
SD42010, 242
SD42440, 162
SD42442, 162
SD42465, 323
SD42466, 323
SD43240, 125
SD43250, 125
SETMS, 91
SF, 233
SPCOF, 122
SPCON, 122
SPOS, 123
SPOSA, 123
SR, 143
SRA, 143
ST, 143
STA, 143
STOLF, 194
SUG, 107
SUPA
 отключить для фрейма, 363
 при смещении нулевой точки, 153
SVC, 95

T

T0, 60
TOFF, 85
TOFFL, 85
TOFFR, 85
TOFRAME, 360
TOFRAMEX, 360
TOFRAMEY, 360
TOFRAMEZ, 360
TOROT, 360
TOROTOF, 360
TOROTX, 360
TOROTY, 360
TOROTZ, 360
TRANS, 333
Turn, 215

W

WAB, 288

WAITP, 118
 WAITS, 123
 WALCS<n>, 385
 WALCS0, 385
 WALIMOF, 382
 WALIMON, 382
 WRTPR, 381
 WCS, 34
 точная установка на детали, 360

X

X..., 183

Y

Y..., 183

Z

Z..., 183

A

Абсолютный размер, 21
 Адрес
 Присваивание значения, 44
 Адреса, 415

Б

Базовая кинематическая система, 30
 Базовая система нулевой точки, 32
 Базовое смещение, 32
 Буквы адреса, 524
 Быстрый отвод
 Резьбонарезание, 243

В

Внутренняя остановка предварительной обработки, 402
 Вращение
 программируемое, 340
 Время ожидания, 399
 Вывод вспомогательной функции
 быстрый, 373
 в режиме управления траекторией, 374
 Свойства вспомогательных функций, 371

Высокоуровневый язык программирования
 ЧПУ, 41
 Вычисление хода, 414

Г

Геометрия
 -оси, 403
 Главная запись, 177

Д

Двоичная постоянная, 420
 Декартовы координаты, 18
 Десятичная постоянная, 419
 Деталь
 -контур, 182
 -Нулевая точка, 26
 Дополнительные оси, 405
 Доступность
 зависящие от системы, 5

Ж

Жесткий упор, 394

З

Заданная точка, 181
 Зажимной момент
 -жесткий упор, 396
 Закругление, 260
 Запрограммированная остановка, 377
 Значение S
 Интерпретация, 93

И

Идентификатор, 38
 для системных переменных, 49
 для специальных числовых данных, 49
 для цепочки символов, 49
 Инкрементальный размер, 23
 Инструмент
 -Группа, 74
 -коррекция длин, 70
 -коррекция радиуса, 71
 -острие, 72
 -память коррекций, 72
 -резец, 81

- Смена с M6, 61
- смена с T-командой, 60
- тип, 74
- Типовой номер, 74
- Точка смены, 26
- Инструментальный суппорт
 - Исходная тока, 26
- Исходные точки, 26
- Исходный радиус, 115

К

- Кадр, 40
 - ende LF, 49
 - Длина, 43
 - Конец, 43
 - Номер, 42
 - Последовательность операторов, 43
 - пропустить, 45
- Канал
 - оси, 406
- Команда, 40
 - оси, 408
- Команда движения, 181
- Комментарии, 44
- Коническая резьба, 239
- Контроль столкновений, 303
- Контур
 - вычислитель, 223
 - подвести/выйти, 277
 - элемент, 181
- Координаты
 - Декартовы, 18
 - Полярные, 20
 - цилиндрические, 187
- Коррекция
 - Длины инструмента-, 70
 - плоскость, 307
 - Радиус инструмента-, 71
- Коррекция инструмента
 - Смещение, 85
- Коррекция радиуса инструмента
 - CUT2DF, 307
 - на наружных углах, 284
- Коэффициент допуска G0, 194
- Коэффициент масштабирования, 351
- Круговая интерполяция
 - Винтовая интерполяция, 215
 - с промежуточной и конечной точкой, 208

Л

- Левая резьба, 235
- Линейная
 - интерполяция, 196

М

- Мастер-шпиндель, 405
- Маховичок
 - наложение, 136
- модально, 42

Н

- Набор символов, 49
- Направление вращения, 29
- Нулевой фрейм, 153
- Нулевые точки
 - при токарной обработке, 179

О

- Ограничение рабочего поля
 - в BKS, 382
- Оператор, 40
- Оси
 - Lead-Link-ось, 411
 - Link-,
 - PLC-, 408
 - Геометрические, 403
 - Главный-, 403
 - дополнительные-, 405
 - Канал-, 406
 - Командные, 408
 - Позиционирующие, 407
 - Синхронные, 408
 - Станок-, 405
 - Траектория, 406
- Остановка
 - запрограммированная, 377
 - на конце цикла, 377
 - по выбору, 377
- Остановка по выбору, 377
- Остановка предварительной обработки
 - внутренняя, 402
- Ось
 - контейнер, 410
 - типы, 403

Отвод
-направление при резьбонарезании, 244

П

Пазовая пила, 80
Подача
 для позиционирующих осей, 129
 для синхронных осей, 113
 для траекторных осей, 112
 Единицы измерения, 114
 -коррекция, 133
 обратная по времени, 112
 Правила, 109
 -процентовка, 138
 с наложением маховичка, 136
 -скорость, 196
Позиционирующие оси, 407
покадрово, 42
Полюс, 185
Полярные координаты, 20
Полярный радиус, 20
Полярный угол, 20
Поперечная ось, 180
Постоянная, 419
Постоянная INTEGER, 419
Постоянная REAL, 419
Правая резьба, 235
Правило правой руки, 28
Присваивание значения, 44
Программа
 -"шапка", 51
 -имя, 38
 -Конец, 42
Программа ЧПУ
 создать, 47
Программирование диаметра, 172
Программирование линии контура, 223
Программирование окружности
 с апертурным углом и центром, 204
 с полярными координатами, 206
 с радиусом и конечной точкой, 202
 с центром и конечной точкой, 200
 Типы интерполяции, 199
Программирование радиуса, 172
Программирование ЧПУ
 Набор символов, 49
Процедура
 предопределенная, 557

Р

Рабочая плоскость, 25
Радиус
 эффективный, 115
Расширенное написание адреса, 416
Режим управления траекторией, 318
Резцы
 -исходная тока, 312
 -номер, 82
 -положение, 72
 -положение, релевантное, 312
 -радиус, 72
 -центр, 72
 -число у контурных инструментов, 306
Резьба
 -многозаходная, 233
 -направление вращения, 234
 -нарезание G33, 233
 -нарезание G34 G35, 239
 -цепочка, 234
 -шаг, 239
Референтная точка, 26
Реферирование, 389

С

Сверло, 76
Синхронные
 -оси, 408
Система
 -зависящие, доступность, 5
Система единиц, 168
Система координат
 Базовая, 30
 Обзор, 28
Система координат детали, 34
Система координат станка, 28
Система координат станка (MCS), 28
система нулевой точки
 Базовая, 32
 Настраиваемая,
Скорость инструмента
 макс., 97
Скорость резания (постоянная), 101
смещение
 Длины инструмента-, 85
 Радиус инструмента-, 85

Смещение нулевой точки
 Настраиваемый, 153
 программируемое, 333
Смещение стартовой точки
 при резьбонарезании, 233
Сообщения, 379
Составной размер, 23
Специальные инструменты, 79
Специальные символы, 49
Спиральная интерполяция, 215
Спиральная резьба, 238
Станки
 -Нулевая точка, 26
Станок
 -оси, 405
Стартовая точка, 26
Стартовая точка-заданная точка, 181
Сферическая резьба, 247

Т

Токарные инструменты, 78
Точка упора, 26
Точка/угол подвода, 280
Точный останов, 315
Траекторные оси, 406
Трансформации координат (фреймы), 33

У

Угол контура
 закруглить, 260
 снять фаску, 260
Указание размеров
 в диаметре, 172
 в радиусе, 172
 Возможности, 159
 для круговых осей и шпинделей, 166
Указание составного размера, 161
Уровни пропуска, 46

Ф

Фаска, 260
Фиксированная точка
 Подвод, 390
Формат RS232, 39
Фрезерные инструменты, 74
Фрейм
 - масштабирование, 351
 выключить, 363

 -операторы, 329
 -отражение, 355
Фреймы, 327
Функции М, 375
Функция
 предопределенная, 582

Ц

Цилиндрическая резьба, 237
Цилиндрические координаты, 187
Цифровое расширение, 416

Ш

Шаговая скорость, 95
Шестнадцатеричная постоянная, 419
Шлифовальный инструмент, 77
Шпиндель
 Выполнить позиционирование, 123
 Главный-, 405
 -направление вращения, 91
 -ограничение скорости, 108
 -скорость, 91
 Функции М, 377

Э

Эвольвента, 218